

**ELABORACIÓN DEL MANUAL DE CALIDAD PARA LA CERTIFICACIÓN DE  
PERSONAL EN PROTECCIÓN CATÓDICA, APLICACIÓN E INSPECCIÓN DE  
RECUBRIMIENTOS (PINTURAS) CON BASE EN LAS NORMAS ISO/IEC 17024  
Y NRF-PEMEX-047**

**NELSON PONCE CARABALI**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
PEREIRA, MAYO 2015**

**ELABORACIÓN DEL MANUAL DE CALIDAD PARA LA CERTIFICACIÓN DE  
PERSONAL EN PROTECCIÓN CATÓDICA, APLICACIÓN E INSPECCIÓN DE  
RECUBRIMIENTOS (PINTURAS) CON BASE EN LAS NORMAS ISO/IEC 17024  
Y NRF-PEMEX-047**

**NELSON PONCE CARABALI**

**Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Mecánico**

**DIRECTOR:**

**MANUEL PINZÓN CANDELARIO  
Msc. INGENIERO METALÚRGICO**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
PEREIRA, MAYO 2015**

**Nota de Aceptación:**

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del jurado.**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

Pereira, Agosto de 2015

A Dios y mi familia, por todo el apoyo, sus esfuerzos  
Incansables y la inspiración que me brindan  
para culminar esta etapa, alcanzar mis metas  
y seguir adelante con mis propósitos en la vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

Expreso mis más sinceros agradecimientos a:

Todas las personas que han participado en mi proceso de formación y que han ayudado a que hoy pueda dar este paso tan importante y me encuentre más cerca de alcanzar mis metas y sueños.

A los docentes los cuales me han acompañado durante este proceso, transmitiendo sus conocimientos y experiencias, en especial al Ingeniero Manuel Pinzón Candelario, profesor asistente, Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Tecnológica de Pereira, por su colaboración, compromiso para sacar adelante este proyecto, por su confianza y apoyo.

A todos mis amigos y compañeros, con los cuales he compartido varios años y me han dejado experiencias únicas e inigualables que me han permitido crecer como persona y como profesional.

## **CONTENIDO**

	<b>pág.</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b>	11
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	12
<b>LISTA DE ANEXOS</b>	13
<b>RESUMEN</b>	14
<b>INTRODUCCIÓN</b>	15
<b>1. MARCO REFERENCIAL</b>	
1.1 MARCO TEORICO	22
1.1.1 Corrosión y su control	22
1.1.1.1 Corrosión	22
1.1.1.2 Corrosión Seca	22
1.1.1.3 Corrosión Electroquímica	22
1.1.2 Tipos de Corrosión	24
1.1.2.1 Corrosión uniforme	25
1.1.2.2 Corrosión localizada	25
1.1.2.2.1 Corrosión intergranular	25
1.1.2.2.2 Corrosión por picaduras	25
1.1.2.2.3 Fractura de corrosión bajo tensión	25
1.1.2.2.4 Corrosión galvánica	25
1.1.2.2.5 Corrosión en resquicio	26
1.1.2.2.6 Celdas de concentración	26

1.1.2.2.7 Erosión-Corrosión	26
1.1.2.2.8 Corrosión por fatiga	26
1.1.2.2.9 Erosión por cavitación	26
1.1.2.2.10 Corrosión por fricción	26
1.1.2.2.11 Fractura por hidrogeno	26
1.1.2.3 Corrosión selectiva	27
1.1.2.3.1 Corrosión gráfica	27
1.1.2.3.2 Deszincificación	27
1.1.2.4 Otras formas de corrosión	27
1.1.2.4.1 Corrosión Biológica	27
1.1.3 Factores que influyen en la corrosión	27
1.1.3.1 Acidez de la corrosión	27
1.1.3.2 Agentes oxidantes	28
1.1.3.3 Temperatura	28
1.1.3.4 Velocidad	28
1.1.3.5 Películas	28
1.1.4 Control de la corrosión	28
1.1.4.1 Diseño adecuado	28
1.1.4.2 Modificación del ambiente	29
1.1.4.3 Inhibidores	29
1.1.4.4 Aplicación de recubrimientos	30
1.1.4.4.1 Preparación de superficie	31
1.1.4.4.2 Recubrimientos metálicos	32
1.1.4.4.3 Recubrimientos inorgánicos	32
1.1.4.4.4 Recubrimientos orgánicos	32
1.1.4.4.4.1 Pinturas	33
1.1.4.4.4.2 Lacas	33
1.1.4.4.4.3 Barnices	35
1.1.4.4.4.4 Resinas	35
1.1.4.5 Selección del material apropiado	35



1.1.4.6 Historia de la protección catódica	37
1.1.4.6.1 Protección catódica	38
1.1.4.6.2 ¿Cómo trabaja la protección catódica?	39
1.1.4.6.3 Protección catódica con ánodos galvánicos o de sacrificio	40
1.1.4.6.4 Protección catódica por corriente impresa	43
1.1.4.6.5 Criterios para la prevención de la corrosión en tuberías y tanques de Almacenamiento	48
1.1.5 Métodos para evaluar la corrosión	49
1.1.5.1 ¿Qué son los ensayos no destructivos?	50
1.1.5.2 Factores claves en ensayos no destructivos	51
1.1.5.3 Criterios de selección de los ensayos no destructivos	51
1.1.5.4 Métodos de ensayos no destructivos	52
1.1.5.4.1 Inspección visual	52
1.1.5.4.2 Radiografía industrial o gammagrafía	53
1.1.5.4.3 Líquidos o tintas penetrantes	53
1.1.5.4.4 Partículas magnéticas	55
1.1.5.4.5 Ultrasonido	56
1.1.6 Reunión previa al trabajo	57
1.1.7 Norma ISO 17024	60
1.1.8 Norma NRF- PEMEX- 047	61
1.2 MARCO CONCEPTUAL	61
1.2.1 ¿Qué es ISO?	61
1.2.2 ¿Qué es NACE?	62
1.2.3 Certificación	63
1.2.3.1 Proceso de Certificación	63
1.2.3.2 Esquema de certificación	63
1.2.3.3 Sistema de Certificación	63
1.2.4 Entrenamiento	64
1.2.4.1 Evaluación	64
1.2.4.2 Examen	64

1.2.4.3 Examinador	64
1.2.4.4 Calificación	64
1.2.5 Probador	64
1.2.6 Inspector	64
1.2.6.1 Propietario o compañía	65
1.2.6.2 Aplicador/contratista	65
1.2.6.4 Ingeniero especificador	65
1.2.6.5 Especificador	65
1.2.7 Seguridad	65
1.2.8 Normas De Referencia	66
1.2.9 Documentación	66
1.2.10 ¿Que es PEMEX?	67
 <b>2. PROCEDIMIENTO DE CERTIFICACIÓN</b>	 67
2.1 MANUAL DE GENERAL DE CERTIFICACIÓN DE PERSONAS	69
2.2 REQUISITOS DE FORMACIÓN	73
2.3 PRESENTACIÓN DE ANTECEDENTES Y DE LA SOLICITUD DE CERTIFICACIÓN	75
2.4 ADMISIÓN DE LOS POSTULANTES	78
2.5 TOMA DE EXÁMENES	78
2.5.1 Examen escrito	79
2.5.2 Examen práctico	79
2.6 CALIFICACIÓN DE EXÁMENES	80
2.7 REPETICIÓN DEL EXAMEN	81
2.8 EMISIÓN DE CERTIFICADO	81
2.9 ACTIVIDADES DE VIGILANCIA	82
2.10 RE-CERTIFICACIÓN	82
2.11 APELACIONES	84
2.12 QUEJAS Y RECLAMOS	85

<b>3. CONCLUSIONES</b>	<b>86</b>
<b>4. RECOMENDACIONES</b>	<b>88</b>
<b>5. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>90</b>
<b>ANEXOS</b>	

## LISTA DE TABLAS

	<b>pág.</b>
TABLA 1. Sistema de recubrimiento	31
TABLA 2. Serie galvánica práctica (suelos neutrales y agua)	36
TABLA 3. Ánodos galvánicos recomendables en función de la resistividad del medio	43
TABLA 4. Características de los ánodos empleados en protección catódica con Corriente impresa	47
TABLA 5. Lista de chequeo para vigilar la corrosión	58
TABLA 6. Descripción del proceso de certificación de personas	70
TABLA 7. Horas de Formación en Protección catódica	74
TABLA 8. Horas de formación aplicadores de pintura, especializados en industria	74
TABLA 9. Horas de formación de inspectores de recubrimientos (pintura)	74
TABLA 10. Porcentajes de calificación de exámenes para Niveles I y II	81

## LISTA DE FIGURAS

	<b>pág.</b>
FIGURA 1. Tipos de corrosión	24
FIGURA 2. Ejemplos de diseño adecuado	29
FIGURA 3. Protección catódica	40
FIGURA 4. Protección catódica con ánodo galvánico	41
FIGURA 5. Sistema de protección catódica por corriente impresa	44
FIGURA 6. Esquema de un transformador rectificador	46

## LISTA DE ANEXOS

	<b>pág.</b>
ANEXO 1 - Manual General De Certificación De Personas	95
ANEXO 2 - Instructivo Para Certificación En Protección Catódica	113
ANEXO 3 - Instructivo Para Certificación De Aplicadores De Pintura, Especializados En Industria	133
ANEXO 4 - Instructivo Para Certificación De Inspectores De Recubrimientos (Pinturas)	150
ANEXO 5 - Solicitud De Certificación	181
ANEXO 6 - Certificado Agudeza Visual	183
ANEXO 7 - Certificado De Experiencia	185
ANEXO 8 - Quejas Y Reclamos	187
ANEXO 9 - Re-Certificación	189
ANEXO 10 - Resultado De Exámenes	191
ANEXO 11 - Formato De Certificados	193
ANEXO 12 - formato de examen de certificación	195

## **RESUMEN**

En el presente documento, se presentan los procedimientos y requerimientos necesarios para la certificación de personal en protección catódica y se complementa con los procedimientos para la certificación de personal como aplicadores de pintura, especializados en industria, e inspectores de recubrimientos (pinturas) lo anterior basado en la norma ISO IEC 17024:2003 y la norma NRF-PEMEX- 047.

En el desarrollo de este trabajo, se definen algunas normas necesarias para la protección e inspección de materiales (tuberías y tanques de almacenamiento) por medio de protección catódica y la interpretación de los resultados obtenidos. También se hace una breve presentación de la corrosión y los diferentes tipos, métodos de protección, sus sistemas, técnicas de aplicación e inspección y normas que rigen los equipos, pruebas y procedimientos a realizar; esto por mencionar algunos de los temas a tratar en este documento.

Al final del trabajo se presentan en forma detallada los requisitos básicos de formación y experiencia que debe reunir un candidato a ser certificado, además de los procedimientos para realizar, presentar y evaluar los exámenes de certificación, así como la documentación que debe manejar el Organismo Certificador de Personal, de acuerdo a los parámetros establecidos por las normas que rigen este tipo de procedimientos.

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial el desgaste por corrosión es un fenómeno que afecta gran cantidad de elementos de máquinas en la industria minera y alimenticia, así como en turbinas hidráulicas, implementos agrícolas, sistemas de bombeo, al igual que en piezas específicas usadas en las industrias petrolíferas y petroquímicas, entre otras aplicaciones. Con este tipo de desgaste, no solo se tiene pérdida de material y la consecuente falla de las piezas, sino que está asociado a perjuicios financieros en virtud del tiempo usado en la reparación y sustitución de los componentes desgastados.<sup>1</sup>

La corrosión es una de las causas más frecuentes de roturas de estructuras metálicas en contacto con electrolitos; por tal motivo, a nivel mundial se dedican grandes esfuerzos para evitar estos daños, los cuales generan un alto impacto en el ambiente, metas de producción, costos de operación, penalizaciones, y mantenimiento, traduciéndose en pérdidas equivalentes entre 3 y 5 % del PIB de los países industrializados; esto justifica ampliamente la utilización de la protección catódica, técnica anticorrosiva, cuyo costo de instalación usualmente no representa ni el 5% del costo del activo metálico a proteger.<sup>2</sup>

El conocimiento de la pérdida de material por corrosión, así como los diferentes mecanismos de protección de los materiales y su inspección, son líneas muy importantes de investigación, formación y certificación, en la ingeniería actual, así su estudio haya comenzado hace ya varias décadas, a través de instituciones internacionales como la SSPC “The Society for Protective Coatings”, NACE

---

<sup>1</sup> HERNÁN MESA GRAJALES, Dairo. Principios de tribología con énfasis en desgaste. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, 2007, p.176-177.

<sup>2</sup> ENGINZONE, la zona de la ingeniería, disponible en: <http://www.enginzone.cl/astm/astm-international-diplomado-en-diseno-de-proteccion-catodica-galvanica-e-impresas-para-activos-metalicos-sumergidos-y-enterrados/>



“National Association of Corrosion Engineers” entre otras, encargadas de la formación y certificación de personas bajo la norma ISO 17024.

En el ámbito nacional se han creado diferentes entidades sin ánimo de lucro como ASICOR “Asociación Colombiana de Ingenieros de Corrosión” (NACE- sección Colombia), ASCOR “Asociación Colombiana de Corrosión y Protección”, las cuales tienen como objetivo fundamental promover el desarrollo del conocimiento del fenómeno de la corrosión y problemas relacionados, así como las soluciones para su control, fomentando el intercambio de información, la investigación, y el desarrollo de personal certificado.

Con el crecimiento de la industria y la importancia de atender problemas que se presentan por el desgaste y pérdida de material por corrosión, se hace necesario personal capacitado y calificado para cumplir con las competencias que exige el mercado. De acuerdo a estos requerimientos la Universidad Tecnológica de Pereira por medio de la Facultad de Ingeniería Mecánica en convenio con otras instituciones como Sika Colombia SA, ha brindado diferentes cursos, que le permite a los diversos sectores de la industria como trabajadores independientes, estudiantes universitarios, contratistas, entre otros, ampliar su formación y calificación en áreas específicas como la corrosión y protección de materiales.

De acuerdo a la nueva estructura organizacional de la Universidad Tecnológica de Pereira aprobada por el ACUERDO N° 14 del 05 de junio de 2014, se desea implementar un organismo certificador de personal en protección de materiales por medio de recubrimientos y protección catódica; la Vicerrectoría de Investigaciones, Innovación y Extensión será quién desarrolle el modelo de coordinación institucional de los organismos evaluadores de la conformidad, encargada de la regulación de la inclusión de nuevos servicios de laboratorio y organismos certificadores, que permita fomentar y poner a disposición de las empresas y la

sociedad el conocimiento y capacidades de la Universidad; posicionando y fortaleciendo los procesos industriales de la región.

Por medio de este organismo certificador se pretende brindar a los estudiantes universitarios y profesionales, diferentes servicios (cursos, capacitaciones, entre otros) que permitan ampliar las competencias en temas específicos con el propósito de mejorar el rendimiento en las diferentes actividades productivas, contribuyendo así al desarrollo y crecimiento social e industrial del eje cafetero y del país.

El presente documento tiene como objetivo, Elaborar el manual de calidad para la certificación de personal en protección catódica, aplicación e inspección de recubrimientos (pinturas), con base en las normas ISO/IEC 17024 y NRF-PEMEX-047; el cual documenta los instructivos y procedimientos de formación de personas y establece el correspondiente sistema de evaluación requerido por la certificación.

## 1. MARCO REFERENCIAL

### 1.1 MARCO TEÓRICO

#### 1.1.1 Corrosión y su control

**1.1.1.1 Corrosión.** Es el deterioro de un material, normalmente un metal debido a la reacción con el ambiente, esta puede ser una reacción química o electroquímica.<sup>3</sup>

**1.1.1.2 Corrosión seca.** Proceso de corrosión por reacción química u oxidación directa. El proceso tiene lugar a alta temperatura y con atmósfera seca.

**1.1.1.3 Corrosión electroquímica.** Se produce con el metal en contacto con un medio electrolítico. Los componentes necesarios de la corrosión electrolítica son ánodo, cátodo, electrolito y conexión electrolítica.<sup>4</sup>

**Ánodo,** es esa parte del metal que se corroe, es decir, se disuelve en el electrolito. El metal que se disuelve lo hace en la forma de iones cargados positivamente. Los electrones que quedan atrás pasan al electrolito y generalmente se combinan con iones en el electrolito. Su presencia en la superficie del ánodo ocasiona que el área inmediata se cargue negativamente.

**Cátodo,** es el área menos activa en el electrodo (superficie metálica), donde los electrones se consumen. La reacción eléctrica continúa en el cátodo, que se dice es positivo, lo opuesto del ánodo. La reacción generalmente ioniza al electrolito

---

<sup>3</sup> NACE INTERNACIONAL, disponible en: <http://www.nace.org/home.aspx>

<sup>4</sup> SELECCIÓN DE MATERIALES Y PREVENCIÓN DE LA CORROSIÓN. Tipos de corrosión.

para formar iones como hidrógeno (liberado como gas) e iones hidroxilo. Éstos se combinan a menudo con el metal disuelto para formar compuestos como hidróxido ferroso, (en el caso del hierro o el acero), reaccionando subsecuentemente para convertirse en óxido férrico o herrumbre.

***Electrolito***, es un medio líquido, o corrosivo, que conduce electricidad. La mayoría de electrolitos se basan en agua, y en la práctica el electrolito contiene iones que son partículas de materia que llevan una carga positiva o negativa.

Para que un proceso de corrosión electroquímico se presente son necesarias condiciones tales como:

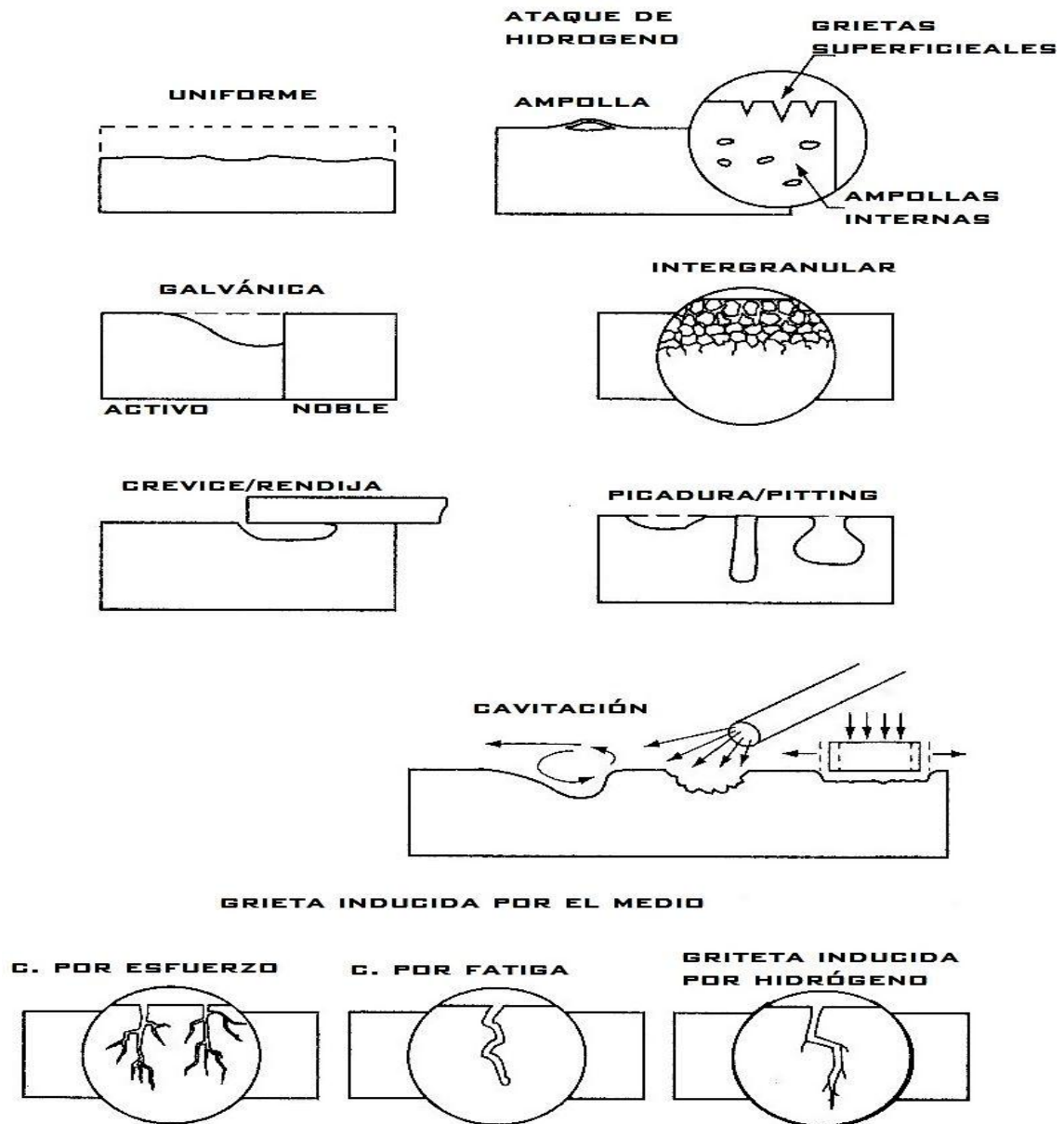
1. Un ánodo y un cátodo.
2. Una diferencia de potenciales entre el ánodo y el cátodo, la cual puede deberse a:
  - Contacto entre metales diferentes.
  - Variación en la composición química en diferentes puntos sobre la superficie de un metal.
  - Imperfecciones superficiales del metal.
  - Tensiones residuales como resultado de los procesos de fabricación.
  - Presencia de bacterias sulfato reductoras.
3. Conexión eléctrica entre el cátodo y el ánodo (generalmente están en la misma estructura).
4. El ánodo y el cátodo deben estar en contacto con un electrolito. La humedad atmosférica o del suelo.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> CIP PROGRAMA DE CERTIFICACIÓN PARA INSPECTORES DE RECUBRIMIENTOS, NACE Internacional, manual estudiantes.

### 1.1.2 Tipos de corrosión.<sup>6</sup>

**Figura 1.** Tipos de corrosión.



**Fuente:** Selección de materiales y prevención de la corrosión.

<sup>6</sup> SELECCIÓN DE MATERIALES Y PREVENCIÓN DE LA CORROSIÓN. Tipos de corrosión. *Ibíd.*, p. 30

**1.1.2.1 Corrosión uniforme.** Se define como la pérdida de material por corrosión. Se expresa como la pérdida de peso por unidad de tiempo y área, o como la disminución de espesor con el tiempo.

**1.1.2.2 Corrosión localizada.**

**1.1.2.2.1 Corrosión intergranular.** Corrosión selectiva en los bordes de los granos de un metal o aleación sin ataques a los granos o a los cristales mismos. Los ACEROS INOXIDABLES AUSTENÍTICOS y las ALEACIONES DE COBRE Y ALUMINIO, calentadas de forma inadecuadas son propensos a la corrosión intergranular.

**1.1.2.2.2 Corrosión por picaduras.** Corrosión en zonas muy localizadas de una superficie metálica, se presentan EN ALUMINIO Y ACEROS INOXIDABLES en soluciones acuosas que no contengan cloruros. También se presenta cuando hay concentraciones variables de oxígenos en el interior o ante presencia de impurezas en la aleación.

**1.1.2.2.3 Fractura de corrosión bajo tensión.** Stress corrosión cracking (SCC). La corrosión se acelera por la existencia de esfuerzos internos o externos. Los esfuerzos internos se producen por deformación no uniforme durante los trabajos en frío, por enfriamiento desigual en los tratamientos y por cambios estructurales que implican cambio de volumen. Se puede eliminar los esfuerzos internos por RECOCIDO. Las fracturas de corrosión bajo tensión se intensifican por la presencia de sustancias corrosivas específicas como Cl, OH, NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>.

**1.1.2.2.4 Corrosión galvánica.** Ésta asociada al flujo de corriente entre un metal menos activo (cátodo) y un metal más activo (ánodo) en el mismo ambiente.

La corrosión galvánica se caracteriza por su por destructivo que resulta de un fenómeno de electrolisis entre dos metales de potencial eléctrico diferente que se halla en presencia de humedad.

**1.1.2.2.5 Corrosión en resquicio.** Se produce debido a una deficiencia de oxígeno en la hendidura, acumulación de iones o agotamiento del inhibidor.

**1.1.2.2.6 Celdas de concentración.** La corrosión se acelera donde la concentración de oxígeno es menor.

**1.1.2.2.7 Erosión-Corrosión.** Es la destrucción de un metal por la acción combinada de la corrosión y la abrasión o fricción del fluido. Ya que el flujo arrastra los óxidos protectores.

**1.1.2.2.8 Corrosión por fatiga.** Es una reducción por corrosión de la capacidad de un metal para soportar esfuerzos cíclicos o repetidos. Se produce la rotura de la película protectora y aumentando la corrosión.

**1.1.2.2.9 Erosión por cavitación.** Se produce por formación de huecos transitorios o burbujas vacías en el flujo del fluido.

**1.1.2.2.10 Corrosión por fricción.** Se produce por el roce de dos metales el calor de la fricción oxida el metal y este óxido se retira por fricción.

**1.1.2.2.11 Fractura por hidrógeno.** Es la pérdida de ductilidad de un metal por la entrada y absorción de hidrógeno. El hidrógeno reacciona con el carbono del acero formando metano y debilitando el material.

### 1.1.2.3 Corrosión selectiva.

**1.1.2.3.1 Corrosión gráfica.** Está asociada con el hierro colado gris, el hierro metálico se convierte en producto de la corrosión, dejando un producto de grafito intacto.

**1.1.2.3.2 Deszincificación.** Es la corrosión de una aleación de latón que contenga zinc, el producto principal en la corrosión es el cobre metálico, produciéndose la corrosión selectiva del zinc. Se elimina con la adición de arsénico, antimonio, fósforo.

### 1.1.2.4 Otras formas de corrosión.

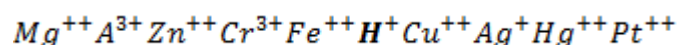
**1.1.2.4.1 Corrosión Biológica.** La actividad biológica de los microorganismos puede provocar un deterioro del metal por procesos de corrosión.

- Producir un ambiente corrosivo.
- Crear celdas de concentración electrolíticas en la superficie del metal.
- Modificar la resistencia de las películas superficiales.
- Influir sobre el índice de reacción anódica o catódica.
- Modificar la composición ambiental.

### 1.1.3 Factores que influyen en la corrosión.

**1.1.3.1 Acidez de la corrosión.** En general las soluciones ácidas (bajo pH) son más corrosivas que las neutras (pH= 7) o las alcalinas (pH elevado).

La tendencia a corroerse de un material por el desplazamiento de hidrógeno depende de su posición en la serie electromotriz.





**1.1.3.2 Agentes oxidantes.** Los agentes oxidantes son con frecuencia aceleradores poderosos de la corrosión por actuar oxidando al hidrogeno para formar agua. El poder **oxidante de una solución** es la propiedad más importante en lo referente a corrosión.

El poder oxidante también puede retrasar la corrosión por formando una película protectora.

**1.1.3.3 Temperatura.** La corrosión aumenta conforme aumenta la temperatura. También afecta por la variación de la concentración de oxígeno disuelto.

**1.1.3.4 Velocidad.** El aumento de la velocidad del fluido tiende a aumentar la corrosión porque se aumenta la probabilidad de que los agentes oxidantes lleguen al metal y de que se arrastren los productos.

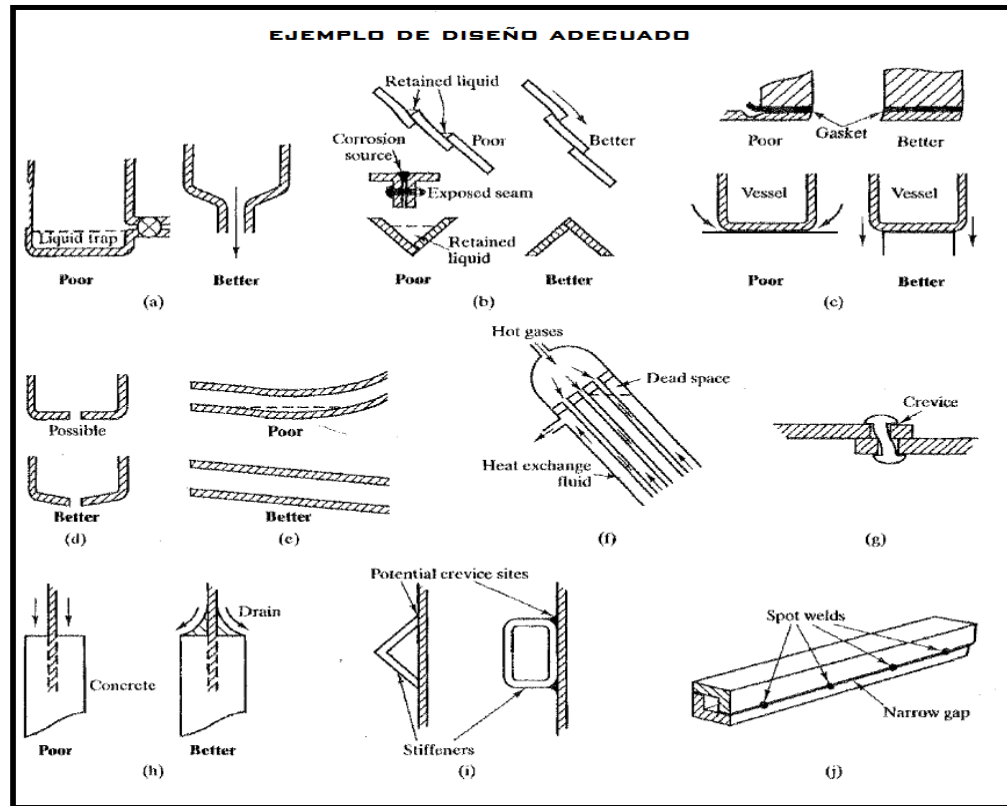
**1.1.3.5 Películas.** Las películas de óxido que se acumulan en la superficie pueden detener la corrosión (caso de acero inoxidable).

**1.1.4 Control de la corrosión.** Los medios típicos para combatir la corrosión son:

- Selección del material apropiado.
- Diseño adecuado.
- Modificación del ambiente.
- Inhibidores.
- Aplicación de recubrimientos
- Protección catódica.

**1.1.4.1 Diseño adecuado.** El diseño debe incluir la conveniencia de un drenaje libre y completo. La eliminación de hendiduras y la facilidad de limpieza e inspección. Se debe evitar el uso de diferentes materiales en contacto entre sí, la figura 2, muestra diferentes ejemplos que pueden evitar la corrosión en diferentes puntos de una estructura o tanque de almacenamiento.

**Figura 2.** Ejemplos de diseño adecuado.



**Fuente:** Selección de materiales y prevención de la corrosión.

**1.1.4.2 Modificación del ambiente.** Es importante controlar el contenido de oxígeno en el ambiente por su capacidad de inducir o proteger contra la corrosión. La reducción de la temperatura, la velocidad y la turbulencia aumenta la resistencia a la corrosión.

**1.1.4.3 Inhibidores.** Actúan por el control sobre las reacciones en las zonas catódicas o anódicas. Los cromatos, fosfatos y silicatos aumentan la polarización anódica en el hierro y acero y se llaman **inhibidores anódicos**. Los sulfuros orgánicos y las amidas en medio ácido reciben el nombre de **inhibidores catódicos**.

La eficiencia de un inhibidor aumenta con el aumento de la concentración, pero no se tienen en cuenta concentraciones superiores al 0.1% en peso.

**1.1.4.4 Aplicación de recubrimientos.**<sup>7</sup> Estos son usados para aislar las regiones anódicas y catódicas e impedir la difusión de oxígeno o del vapor de agua, los cuales son una gran fuente que inicia la corrosión. Los recubrimientos actúan de barrera entre el metal y el agente corrosivo, estos se clasifican en sistemas de recubrimientos:

- Orgánicos.
- Inorgánicos.
- Metálicos.
- Por películas pasivas.

---

<sup>7</sup> CIP PROGRAMA DE CERTIFICACIÓN PARA INSPECTORES DE RECUBRIMIENTOS, NACE Internacional, manual estudiantes.

**TABLA 1.** Sistema de recubrimiento.

<b>METAL</b>	<b>PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE</b>  <b>FUNCIONES:</b> eliminar óxido, suciedad, grasa, aceite. Crear una superficie rugosa que facilite la adherencia mecánica de la pintura	<b><u>MÉTODOS</u></b>  * ARENADO * GRANALLADO * CEPILLADO * DECAPADO * LAVADO
<b>FONDO, BASE O IMPRIMACIÓN</b>	<b>FUNCIONES:</b> inhibir la corrosión, adherirse al metal.	<b><u>TIPOS</u></b>  * CROMATOS DE Zn * MINIO DE PLOMO. * RICOS EN Zn.
<b>ACABADO</b>	<b>FUNCIONES:</b> * Impermeabilidad * Adhesión química * Resistencia a la Radiación solar.	<b><u>TIPOS</u></b>  * ALQUÍDICAS. * FENÓLICAS. * EPÓXICAS. * POLIURETANOS. * CAUCHOS * CLORADOS * ASFÁLTICAS.

**Fuente:** CIP programa de certificación para inspectores de recubrimientos, NACE Internacional, manual estudiantes.

Cuando se trata de un metal para la protección del mismo, se tiene que someter primero a un tratamiento previo de limpieza (limpieza por chorro de arena, chorro de granilla, cepillado con cepillo de púas, tratamiento contra la intemperie, tratamiento químico, etc.) para poder conseguir de este modo una superficie limpia y sea una buena base para la adherencia de el recubrimiento indicado.

**1.1.4.4.1 Preparación de superficie.** Probablemente es aspecto más importante del sistema. Sin una buena preparación de la superficie la pintura o revestimiento no se adherirá apropiadamente, perdiendo su efecto protector. La mayoría de fallas en pinturas se produce por deficiencias en la preparación de la superficie.

Los objetivos son básicamente dos: eliminar todo aquello que puede reducir la adherencia de la pintura como óxido, grasa, aceite, polvo, sales, etc. Y crear un patrón de anclaje o rugosidad superficial para dar adherencia mecánica al fondo o imprimación. La mejor preparación de la superficie se logra con un chorro de arena o de abrasivos, sin embargo la arena se ha prohibido en muchos países porque produce una enfermedad pulmonar grave e irreversible conocida como silicosis. Su uso debe restringirse a áreas abiertas lejos de toda otra actividad (talleres, oficinas, etc.) y el personal debe utilizar equipo de protección personal adecuado para esa actividad.

**1.1.4.4.2 Recubrimientos metálicos.** Los recubrimientos metálicos diferentes del metal a proteger, se aplican como laminillas delgadas para separar el ambiente corrosivo del metal. Se aplican de manera que puedan servir como ánodos de sacrificio, que se corroan en vez del metal.

El recubrimiento también puede tener varias capas, como es el caso de la placa de cromo utilizada en automóviles. Consta de 3 capas:

- Un roció interno de cobre para la adhesión del recubrimiento al acero.
- Una capa intermedia de níquel para una buena resistencia a la corrosión.
- Una delgada capa de cromo, principalmente para el aspecto.

**1.1.4.4.3 Recubrimientos inorgánicos.** (Cerámicas y vidrio) Es preferible que el acero sea recubierto por un cerámico para obtener un acabado durable y liso. Lo general es con una cubierta de porcelana compuesta por una delgada capa de vidrio fundido en la superficie del metal de manera que este recubrimiento quede bien adherido.

**1.1.4.4.4 Recubrimientos orgánicos.** Las pinturas, barnices, lacas y muchos otros materiales poliméricos orgánicos se utilizan comúnmente para proteger metales contra el ambiente corrosivo. Ofrecen barreras delgadas, resistentes y

durables. De acuerdo con el peso, el uso de recubrimientos orgánicos protege más a los metales contra la corrosión de cualquier otro método.

Es necesario tener cuidado de no aplicar recubrimientos orgánicos en casos donde el metal este expuesto a un ambiente de corrosión muy agresivo, y que la película pueda ser atacada rápidamente y se agriete provocando la corrosión.<sup>8</sup>

**1.1.4.4.1 Pinturas.** La pintura es una composición líquida pigmentada, que se convierte en película sólida y opaca después de su aplicación en capa fina. En realidad, debe hablarse con más exactitud de películas «relativamente» opacas, ya que normalmente éstas son algo translúcidas. Las pinturas son sustancias naturales o artificiales, generalmente orgánicas, adecuadas para formar sobre la superficie de un objeto una película continua y adherente, que le confiera poder protector, decorativo, aislante, filtrante a determinadas radiaciones, etc. En la industria automovilística, el empleo de las pinturas ha tenido como objetivo principal dotar a las carrocerías y demás elementos de cierta protección, además del aspecto decorativo.

Los recubrimientos por pinturas se aplican a aceros y otras aleaciones, con espesores que van desde 0.025 mm hasta 2.5 mm, ya que se debe garantizar un espesor mínimo para evitar fisuras que creen una corrosión rápida.

**1.1.4.4.2 Lacas.** La laca es una secreción resinosa y translúcida producida por el insecto *Laccifer lacca*, de donde toma el nombre, que habita sobre varias plantas, sobre todo en la India y el Este de Asia.

Las lacas son insolubles, coloradas y muy estables que se forma al unir algunos materiales con ciertos óxidos metálicos. La mayoría contienen pigmentos que dotan a los recubrimientos orgánicos de las propiedades anticorrosivas necesarias. Son productos que forman películas más o menos duras, más o

---

<sup>8</sup> SELECCIÓN DE MATERIALES Y PREVENCIÓN DE LA CORROSIÓN. Aplicación de recubrimientos. Op. Cit., pág. 30.

menos brillantes y con buena resistencia al frote. Se le da la protección final al cuero, contra el rayado, el desgaste y la abrasión. Este tipo de producto sólo se puede adherir sobre cueros que tienen un fondo ya aplicado. La laca le da el brillo final.

**Lacas pigmentadas,** Son moliendas de pigmentos incorporadas a la nitro o acetoburitato, donde estos actúan como si fueran ligantes. Se emplean en la etapa final del acabado para emparejar el color. Mezcladas con anilinas de complejo metálico 1:2, se logran efectos semi-anilinas de aspectos agradables. Este procedimiento tiene la ventaja respecto del uso de la anilina nitro (sin pigmentar) que obtendremos en toda la superficie del cuero.

**Lacas poliuretanos,** Estas lacas de un solo componente pueden aplicarse mezcladas con lacas nitrocélulosicas lográndose de esta combinación acabados con mayor solidez y tacto más agradable. Las lacas de dos componentes reactivos se elaboran partiendo de pre-polímeros que contienen grupos de hidroxilos libres y de un segundo componente de endurecedores que contienen grupos isocianatos. Ambos productos se mezclan antes de aplicarse de manera que la reacción que produce sobre la superficie del cuero es de elevada solidez. Este sistema es utilizado en la fabricación de charol, tapicería, marroquinería, etc., donde se requiere gran solidez y fácil limpieza.

**Lacas vinílicas:** Este tipo de laca proporciona películas de muy baja absorción de agua, buena adhesión y excelente resistencia al frote y a los solventes comunes y por estas cualidades se emplea en terminaciones para tapicería.

Se trata de resinas sintéticas o naturales que se disuelven en alcohol y que se secan por evaporación rápida del disolvente y a menudo cuentan con un proceso de curado que produce un acabado de dureza, con un aspecto que va desde el brillo al mate. En ocasiones puede requerir un pulido.

**1.1.4.4.4.3 Barnices.** Se denomina barniz el producto constituido solamente por ligantes (resinas o aceites) y disolventes, mientras que la pintura consta de ligantes, pigmentos y disolventes.

**1.1.4.4.4.4 Resinas.** Son sustancias solidas solubles en aceites y alcohol, pueden arder en el aire y se utilizan generalmente para revestir suelos e impermeabilizar techos. Como tipos comunes se encuentran las resinas verdaderas, las gomorresinas, los bálsamos y lactorresinas.<sup>9</sup>

**1.1.4.5 Selección del material apropiado.** La selección del material adecuado puede evitar la mayoría de los problemas de corrosión. Es necesario conocer el ambiente de trabajo para determina el material correcto.

La selección del material se realizará basándose en la experiencia de los materiales en condiciones similares. Se puede necesitar pruebas de corrosión.

Algunos metales, como el oro o el platino, se corroen muy despacio o nada. Escoger un material resistente a la corrosión puede ayudar a reducir la velocidad de corrosión.

***Serie galvánica,*** es una lista de materiales en el orden de sus potenciales de corrosión, iniciando con el que se corroe más fácilmente o el más activo, al principio y terminando con el que se corroe con menor facilidad, o el menos activo.

Lo anterior se muestra en la tabla 2 a continuación:

---

<sup>9</sup> TIPOS DE RECUBRIMIENTOS, disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos85/tipos-recubrimientos/tipos-recubrimientos.shtml>



**TABLA 2.** Serie galvánica práctica (suelos neutrales y agua)<sup>10</sup>

METAL	POTENCIAL (V) <sup>1</sup>
Magnesio comercialmente puro	- 1.75
Aleación de magnesio (6 % Al, 3 % Zn, 0.15 % Mn)	- 1.6
Cinc	- 1.1
Aleación de aluminio (5 % Zn)	- 1.0
Aluminio comercialmente puro	- 0.8
Acero medio	- 0.5 a - 0.8
Hierro dulce	- 0.2 a - 0.5
Hierro fundido	- 0.5
Plomo	- 0.5
Acero en concreto	- 0.2
Cobre, latón y bronce	- 0.2
Hierro fundido alto silicio	- 0.2
Acero inoxidable	- 0.2
Carbón, grafito y coque	+ 0.3

**Fuente:** CANTOR RODRÍGUEZ, Jorge, PINZÓN CASALLAS, Nelson, Programa para el diseño de sistemas protección catódica con ánodos de sacrificio.

Los cambios en las condiciones ambientales o en la temperatura pueden afectar el orden de la serie galvánica. Por convención, se dice que los metales más activos tienen potenciales de corrosión negativos, y a menudo se les llama *anódicos*. Los metales menos activos pueden llamarse *catódicos* o *nobles*.

---

<sup>10</sup> CANTOR RODRÍGUEZ, Jorge, PINZÓN CASALLAS, Nelson, Programa para el diseño de sistemas protección catódica con ánodos de sacrificio. Colombia, Santafé de Bogotá D.C, 1995. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Química.

Reglas generales de la corrosión galvánica (metales disímiles):

- Cuando se conectan metales disímiles, el metal más activo (o anódico) se corroe más rápidamente, mientras el metal más noble (o catódico) tiende a protegerse y se corroe menos.
- Conforme la diferencia de potencial aumenta entre estos dos metales disímiles, aumenta la velocidad de corrosión galvánica.<sup>11</sup>

**1.1.4.6 Historia de la protección catódica.** La protección catódica se describió por primera vez por Sir Humphry Davy (1778-1829) en una serie de documentos presentados a la Royal Society de Londres en 1824 - La primera aplicación fue la Samarang HMS en 1824 – se adjuntó un Ánodo hecho de hierro a la plancha de cobre del casco, por debajo de la línea de flotación lo que reduce drásticamente la velocidad de corrosión del cobre. Sin embargo, un efecto secundario de la protección catódica fue el aumentar el crecimiento de algas e impurezas. Dado que el crecimiento marino en exceso afectó el desempeño de la nave, la Royal Navy decidió que era mejor dejar que el cobre se oxide y se conserve el beneficio de la reducción del crecimiento de organismos marinos, por lo que no se usó más la protección catódica.

Davy fue asistido en sus experimentos por su discípulo Michael Faraday, quien continuó su investigación tras la muerte de Davy. En 1834, Faraday descubrió la relación cuantitativa entre la pérdida de peso a la corrosión y la corriente eléctrica y así sentó las bases para la futura aplicación de la protección catódica.

Thomas Edison experimentó con la protección catódica por corriente inducida en los buques en 1890, pero no tuvo éxito debido a la falta de una fuente de corriente adecuada y materiales para el ánodo. Sería 100 años después del experimento de Davy que se utilizó la protección catódica en oleoductos en Estados Unidos - la

---

<sup>11</sup> NACE INTERNACIONAL, disponible en: <http://www.nace.org/home.aspx>

protección catódica se aplica a las tuberías de gas de acero a partir de 1928 y más ampliamente en la década de 1930.<sup>12</sup>

**1.1.4.6.1 Protección catódica.** La protección catódica se define como “el método de reducir o eliminar la corrosión de un metal, haciendo que la superficie de este, funcione como cátodo cuando se encuentra sumergido en un electrolito”. Esto se logra haciendo que el potencial eléctrico del metal a proteger se vuelva más electronegativo mediante la aplicación de una corriente directa o la unión de un metal de sacrificio (comúnmente magnesio, aluminio o zinc). Normalmente el método es aplicable a estructuras de hierro y acero, pero también, se usa en grado limitado en plomo, aluminio y otros metales.

Se debe recordar que el cátodo es aquel electrodo donde se desarrolla la reacción de reducción y prácticamente no ocurre corrosión alguna. Antes de aplicar la protección catódica y anódica (estas son aquellas donde la estructura se corroe). Por lo tanto si todas las áreas anódicas se pudieran convertir en catódicas, la estructura completa funcionaría como un cátodo y la corrosión sería eliminada.<sup>13</sup>

**Ánodo galvánico,** Ánodo de sacrificio de un sistema de protección catódica que no emplea fuentes de energía externas. En suelos los más comunes son aleaciones de zinc o de magnesio y en agua de mar aleaciones de aluminio. Estas aleaciones forman una pila con los aceros que permite cambiar el potencial de los mismos y protegerlos de la corrosión.

**Ánodo de corriente impresa,** Ánodo de sacrificio de un sistema de protección catódica que emplea fuentes de energía externas. Se emplean aleaciones de

---

<sup>12</sup> GIRÓN CALLEJAS, René Oswaldo, Protección catódica y su aplicación en tanques de almacenamiento de productos petroleros en plantas guatemaltecas. Guatemala, Agosto de 2005. Universidad San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. Escuela De Ingeniería Mecánica Eléctrica.

<sup>13</sup> CAPITULO II FUNDAMENTOS BÁSICOS DE PROTECCIÓN CATODICA, disponible en: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/mgd/hernandez\\_m\\_js/capitulo2.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mgd/hernandez_m_js/capitulo2.pdf)

hierro / silicio / cromo, grafito, óxidos inertes. Plomo / plata, titanio / platino entre, otras. Cualquier metal conductor puede servir como ánodo de corriente impresa.

***Cama de ánodos***, Grupo o conjunto de ánodos de un sistema de protección catódica. También llamado lecho de ánodos. En inglés groundbed.

***Desprendimiento catódico***, Proceso de desprendimiento de una película de recubrimiento ocasionado por la aplicación de una corriente excesiva de protección catódica, que aumenta el potencial de la estructura por encima del límite que dicho recubrimiento es capaz de soportar.

***Inhibidor catódico***, Sustancia química o mezcla de sustancias que frena la velocidad de la reacción catódica o de reducción.<sup>14</sup>

**1.1.4.6.2 ¿Cómo trabaja la protección catódica?** Cuando dos metales diferentes A y B se conectan y sumergen en un electrolito, **figura 3**, se desarrolla un flujo de corriente a través del electrolito y ambos metales; de tal manera que los aniones entran al seno de la solución en el ánodo y al mismo tiempo los electrones se mueven de este electrodo hacia el cátodo a través del conductor metálico. La velocidad o rapidez de la corrosión depende de la cantidad de corriente que fluye, la fuerza electromotriz total y las resistencias óhmicas y no óhmicas del circuito.

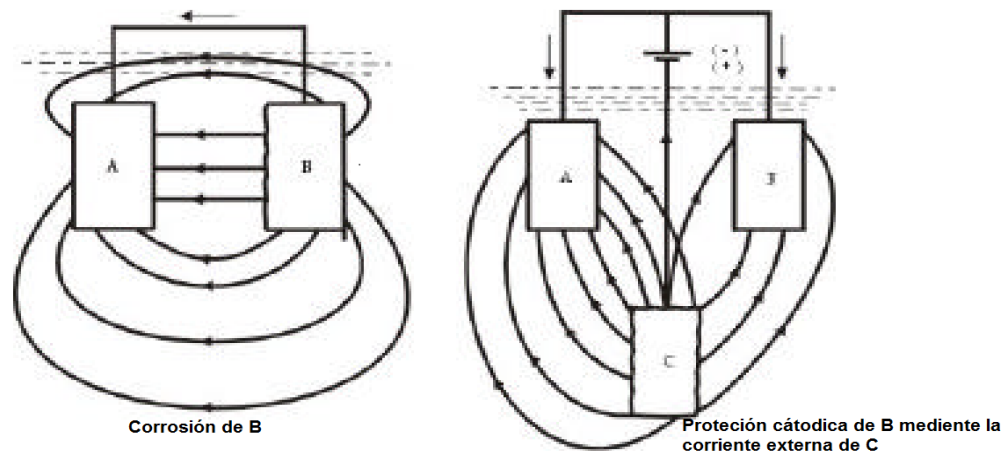
Si ahora, se forma un nuevo circuito agregando una fuente externa de fuerza electromotriz con su polo positivo conectado al metal C y el polo negativo conectado a A y B, **figura 3**, esto hará que B se vuelva más negativo debido a los electrones que fluyen hacia el mismo. Estos electrones atraerán a los iones

---

<sup>14</sup> GIRÓN CALLEJAS, René Oswaldo, Protección catódica y su aplicación en tanques de almacenamiento de productos petroleros en plantas guatemaltecas. Guatemala, Agosto de 2005. Universidad San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. Escuela De Ingeniería Mecánica Eléctrica.

positivos y reducirán la tendencia que estos iones para entrar en solución o sea que, de esta manera se reduce la velocidad de la corrosión. Dicho en otras palabras el flujo de corriente de C a B a través del electrolito reduce el flujo neto de corriente que sale de B y por lo tanto, se retarda la velocidad de corrosión. Así mismo se tiene un incremento de corriente de la solución hacia el metal A.<sup>15</sup>

**FIGURA 3.** Protección catódica.



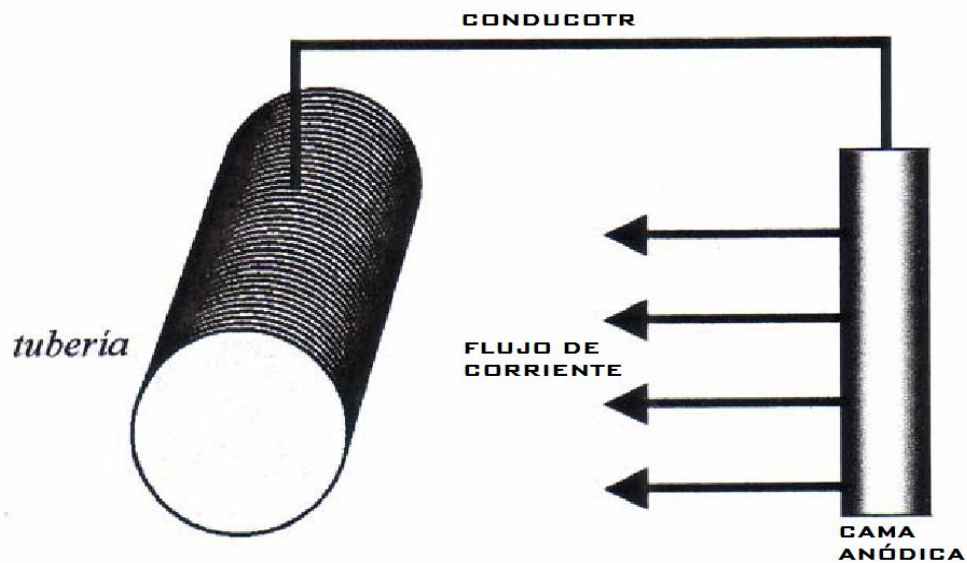
**Fuente:** capítulo ii fundamentos básicos de protección catódica.

**1.1.4.6.3 Protección catódica con ánodos galvánicos o de sacrificio.** Es la aplicación de la protección catódica pasiva, un ánodo galvánico, una pieza de un metal más electroquímicamente "activa", se une a la superficie de un metal vulnerable donde se expone a un electrolito. Los ánodos galvánicos se seleccionan debido a que tienen una tensión más "activa" que el metal de la estructura a proteger. Para una protección catódica efectiva, el potencial de la superficie de acero es polarizado más negativamente hasta que la superficie tiene un potencial uniforme. En esa etapa, se elimina la fuerza impulsora para la

<sup>15</sup> CAPITULO II FUNDAMENTOS BÁSICOS DE PROTECCIÓN CATODICA, disponible en:  
[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/mgd/hernandez\\_m\\_js/capitulo2.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mgd/hernandez_m_js/capitulo2.pdf)

reacción de corrosión con la superficie protegida. El ánodo galvánico o de sacrificio tiende a corroerse, consumiéndose el material hasta que eventualmente debe ser reemplazado. La polarización de la estructura a proteger es causada por el flujo de electrones desde el ánodo al cátodo, por lo que los dos metales deben tener un buen contacto eléctricamente (buen conductor). La fuerza motriz para la corriente de protección catódica es la diferencia de potencial electroquímico entre el ánodo y el cátodo.

**FIGURA 4.** Protección catódica con ánodo galvánico.



**Fuente:** GIRÓN CALLEJAS, René Oswaldo, Protección catódica y su aplicación en tanques de almacenamiento de productos petroleros en plantas guatemaltecas.

Las principales ventajas de la utilización de los ánodos galvánicos para proteger una estructura enterrada frente al uso de corriente impresa son:

- No requiere suministro de corriente alterna.
- Los costos de mantenimiento e instalación son más bajos.
- Raramente aparecen problemas de interferencia con otras estructuras metálicas enterradas.
- Utilización más eficiente de la corriente de protección.

Por otra parte presenta desventajas tales como:

- La cantidad de corriente suministrada a una estructura metálica está limitada por la diferencia de potencial entre los ánodos y la estructura.
- La protección será más difícil si las resistividades eléctricas del suelo local no son suficientemente bajas.
- Los costos de implementación de un sistema de ánodos galvánicos serán muy altos si los requerimientos de corrientes son grandes, esto es, si el recubrimiento se halla en mal estado o la estructura es de grandes dimensiones, como en el caso de oleoductos y otros sistemas de transporte con diámetros considerables.
- Si la estructura metálica se encuentra influenciada por fugas de corriente provenientes, por ejemplo, de líneas de alta tensión, los ánodos galvánicos serán poco eficientes

La tabla 3 permite la selección del ánodo en función de la resistividad del medio, donde se observa que las aleaciones de zinc y de aluminio poseen una eficiencia muy elevada, la eficiencia está originada en la cantidad de material anódico que se consume por auto-corrosión del ánodo. En cambio el magnesio tiene baja eficiencia pero presenta el más alto valor de potencial de trabajo. El aluminio no puede utilizarse en suelos porque se recubre con una capa de óxido que lo inactiva (éste fenómeno se conoce como “pasivación”) pero en agua de mar, los cloruros rompen dicha capa y los reactiva. En agua de mar las aleaciones de aluminio no tienen competencia; si observamos los valores indicados en la tabla posterior, vemos que el rendimiento práctico de estas aleaciones de aluminio es casi cuatro veces que las de zinc. Esto significa que por cada kilogramo de material de aluminio obtenemos mucho más corriente por unidad de tiempo que por un kilogramo de magnesio o de zinc. También implica que para un barco, por

ejemplo, se puede lograr protección con menor cantidad y peso de ánodos de aluminio que si utilizáramos magnesio o zinc.<sup>16</sup>

**TABLA 3.** Ánodos galvánicos recomendables en función de la resistividad del medio.

<i>Material</i>	<i>Medio</i>	<i>Resistividad <math>\Omega\text{-cm}</math></i>
Al Zn Mg (−1.5V)	Agua	hasta 150 hasta 500 mayor de 500
Zn con backfill Mg (−1.5V) con backfill Mg (−1.7V) con backfill	Suelo	hasta 1 500 hasta 4 000 4 000–6 000

**Fuente:** NACE internacional.

**1.1.4.6.4 Protección catódica por corriente impresa.** El sistema de protección catódica con corriente impresa se llevó a cabo aproximadamente cien años después que el de ánodos galvánicos. En este sistema de protección catódica se utiliza la corriente suministrada por una fuente continua para imprimir la corriente necesaria para la protección de una estructura.

Este procedimiento consiste en unir eléctricamente la estructura que se trata de proteger con el polo negativo de una fuente de alimentación de corriente continua (pura o rectificada) y el positivo con un electrodo auxiliar que cierra el circuito. Los electrodos auxiliares se hacen de chatarra de hierro, aleación de ferro-silicio, grafito, titanio platinado, etc. Es completamente indispensable la existencia del electrolito (medio agresivo) que completa el conjunto para que se realice el proceso electrolítico.

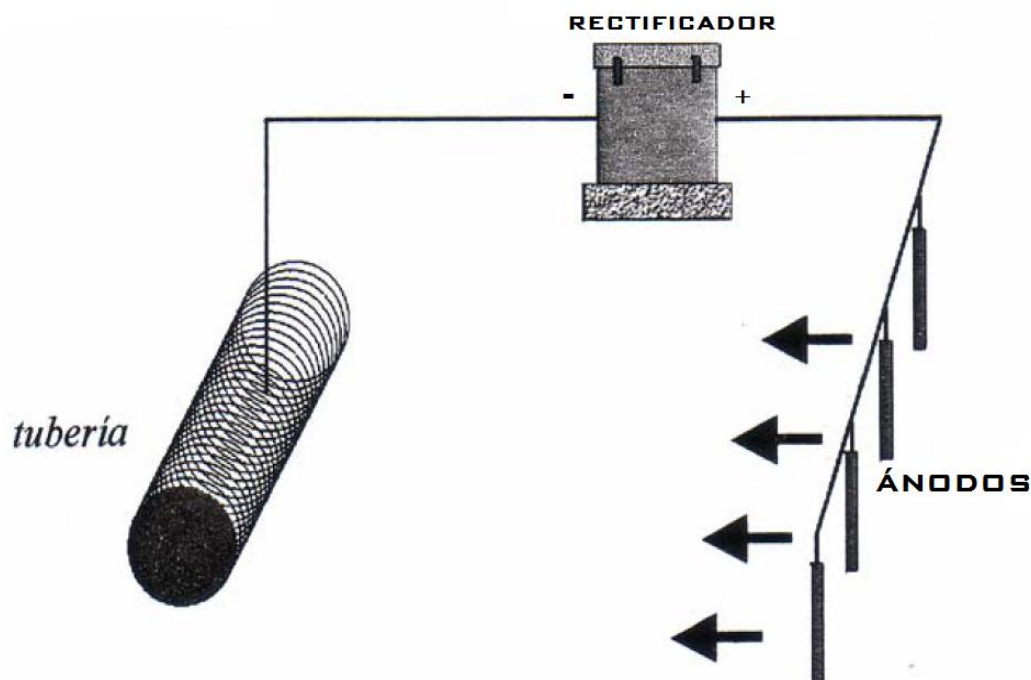
Este sistema de protección catódica tiene la característica de que utiliza como ánodo dispersor de la corriente (electrodo auxiliar) materiales metálicos que en

<sup>16</sup> LA SERIE GALVÁNICA, disponible en:  
[http://www.upv.es/materiales/Fcm/Fcm12/pfcm12\\_2\\_3.html](http://www.upv.es/materiales/Fcm/Fcm12/pfcm12_2_3.html)



mayor o menor grado se consumen con el paso de la corriente. Sin embargo, el intercambio necesario de corriente con el electrolito tiene lugar a través de reacciones electroquímicas, las cuales dependen tanto del material anódico, como del ambiente que rodea al mismo e incluso de la densidad de corriente que éste suministra.<sup>17</sup>

**FIGURA 5.** Sistema de protección catódica por corriente impresa



**Fuente:** GIRÓN CALLEJAS, René Oswaldo, Protección catódica y su aplicación en tanques de almacenamiento de productos petroleros en plantas guatemaltecas.

Según las normas API (American Petroleum Institute), Instituto Americano del Petróleo, y AGA (American Gas Association), Asociación Americana del Gas. Todo

---

<sup>17</sup> NACE INTERNACIONAL, disponible en: <http://www.nace.org/home.aspx>

sistema de protección catódica por corriente impresa debe inspeccionarse como mínimo una vez al mes, para asegurar su funcionamiento.

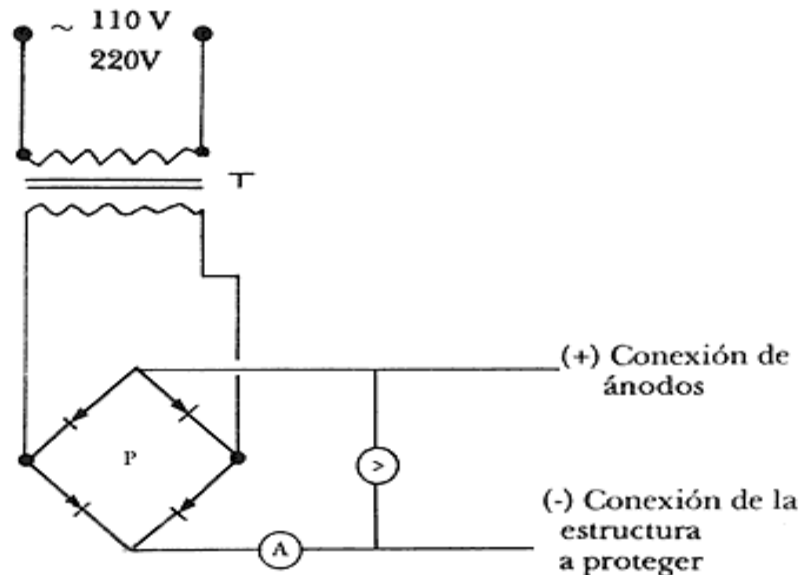
El sistema de corriente impresa requiere de una fuente de corriente continua, a condición de que se mantenga pese al paso del tiempo. Un sistema de corriente impresa debe de poder funcionar de forma permanente al menos durante diez años.

Para esto este tipo de sistema se cuenta con un equipo que permite el paso de corriente continua, se conoce como rectificador, el cual se alimenta con corriente alterna. Si se trata de un rectificador monofásico, Figura 6, estará constituido por un transformador monofásico T, alimentado en el primario a 110 o 220 V (tensión de la red de distribución). La tensión de salida puede ajustarse según las necesidades. Un puente monofásico reductor P, compuesto por 4 diodos o grupos de diodos de selenio o silicio. Este puente reduce las dos alternancias de la corriente monofásica. El selenio es más económico, pero también es más frágil que el silicio.<sup>18</sup>

---

<sup>18</sup> CAPITULO II FUNDAMENTOS BÁSICOS DE PROTECCIÓN CATODICA, disponible en:  
[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/mgd/hernandez\\_m\\_js/capitulo2.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mgd/hernandez_m_js/capitulo2.pdf)

**FIGURA 6. Esquema de un transformador rectificador**



**Fuente:** capítulo II fundamentos básicos de protección catódica.

Un voltímetro permite controlar la tensión de salida y un amperímetro la intensidad total.

La tensión de salida puede ser regulada con ayuda de regletas o por medio de un "variac", el cual permite una regulación continua desde el 0 al valor máximo.

Cuando se necesitan intensidades altas de corriente es más económico utilizar rectificadores alimentados con corriente trifásica de 380 V.

Los ánodos en los sistemas de protección catódica por corriente impresa se escogen básicamente en función de sus prestaciones necesarias y del medio en el que serán instalados estos deben tener las siguientes características:

- Bajo consumo
- Densidad de corriente erogada elevada
- Dimensiones pequeñas
- Baja resistividad
- Buena resistencia mecánica
- Elevado potencial de ruptura

Los ánodos que se utilizan en la corriente impresa pueden dividirse, en cuanto a su consumo, en: a) ánodos solubles, b) semiinertes e c) inertes. Actualmente se prefieren los inertes ya que, pese a que su costo es más alto, tienen las mejores características. En la tabla 4, se resumen las propiedades de los ánodos utilizados en las corrientes impresas.

**TABLA 4.** Características de los ánodos empleados en protección catódica con corriente impresa.

Tipo	Peso específico g/cm <sup>3</sup>	Con- sumo kg/A-año	Densidad de corriente A/m <sup>2</sup>		Utilización (medio)
			máxima	práctica	
Acero Chatarra	7.8 7.0	~9. 4.5-1	5	1	todos
Grafito	1.6	0.1-1	10-100	2.5-40	terreno, agua de mar; exclui- do el fondo marino y el agua dulce
Ferro-silicio: 0.95%C 16%Si, 0.75% Mn	~7	0.25-1	30-40	10-100	agua dulce, terreno
Fe-Cr-Si: 0.95%C, 0.75% Mn, 4.5%Cr, 14.5%Si	7	0.25-1	270		terreno, agua de mar, fondo marino
Pb-Ag (2% Ag)	11.3	~0.2	300	30-65	sólo agua de mar; excluido el fondo marino
Pb-Ag-Sb (1%Ag, 6%Sb)	11	~0.5	300	50-200	
Titanio platinado	4.5	8.10 <sup>-6</sup>	400 por cada micra de pla- tino de espe- sor	500-1 000	terreno no sali- no con backfill, agua de mar; excluido el fon- do marino y el agua dulce
Niobio platinado	8.4			500-700	
Tántalo platinado	16.6			500-1 100	
Titanio-óxido de rutenio (DSA)	4.5	5.10 <sup>-7</sup>	1100	700-1 100	todos

**Fuente:** NACE internacional.

En el suelo o terreno se usa principalmente la aleación **Fe-Cr-Si**, mientras que en el agua de mar se tiende a utilizar ánodos inertes del tipo **Ti/Pt o Ti/RuO<sub>2</sub>** (ánodos dimensionalmente estables, DSA).

Las ventajas de la protección catódica por corriente impresa:

Puede diseñarse para un amplio intervalo de potencial y corriente.

- Un ánodo o lecho anódico puede suministrar una gran corriente.
- Con una sola estación se puede proteger superficies muy grandes.
- Potencial y corriente variable.
- Se puede utilizar en ambientes de resistividad elevada.
- Eficaz para proteger estructuras no recubiertas o mal recubiertas.

Por otro lado las desventajas de este sistema son:

- Puede causar problemas de interferencia.
- Está sujeto a roturas de la fuente de corriente.
- Requiere de una inspección periódica y de mantenimiento constante.
- Requiere de una fuente de corriente continua.
- Posibilidad de condiciones de sobreprotección, con daños en recubrimientos y problemas de fragilización por la acción del hidrogeno.
- Conexiones y cales sujetos a roturas.
- Costos elevados.

**1.1.4.6.5 Criterios para la prevención de la corrosión en tuberías y tanques de Almacenamiento.** El control de la corrosión puede ser clasificado en varios niveles de polarización catódica, éste depende de las condiciones del medio ambiente. De cualquier manera en ausencia de datos específicos que demuestren que la protección catódica adecuada ha sido clasificada. Uno o más de los siguientes criterios se pueden aplicar.

El primer criterio: debemos tener un potencial negativo catódico mínimo de 850 mV C.D., con corriente catódica de protección aplicada. Éste potencial deberá ser medido con respecto a un electrodo de referencia cobre/ sulfato de cobre saturado, ( $\text{Cu} / \text{CuSO}_4$ ) en contacto con el electrolito. Otras caídas de Voltaje, a través del tubo enterrado o fondo del tanque y el límite del electrolito serán consideradas para una interpretación válida de ésta medición de potencial.

- Estas caídas deben ser calculadas y/o estimadas por los siguientes métodos: Medición o cálculo de las caídas de voltaje.
- Revisión histórica del desempeño del sistema de protección catódica (medición de potenciales de intervalo corto).
- Evaluar las características físicas y eléctricas del fondo del tanque o tubo enterrado y el medio donde se encuentra.

El segundo criterio: un voltaje mínimo de -100 mV D.C. de polarización entre el fondo metálico del tanque o tubo enterrado y el electrodo fijo de referencia en contacto con el electrolito.<sup>19</sup>

**1.1.5 Métodos para evaluar la corrosión.** La medición, control y prevención de la corrosión en campo abarca un amplio espectro de actividades técnicas. Dentro de la esfera del control de la corrosión y su prevención, existen diferentes opciones técnicas como lo son la protección anódica y catódica, la selección de materiales y la aplicación de recubrimientos externos e internos. La medición de la corrosión, por su parte, emplea otra variedad de técnicas destinadas a determinar qué tan corrosivo es el ambiente del sistema y a que tasa o rapidez se experimenta la pérdida de metal. La medición Y vigilancia de la corrosión es un método cuantitativo por medio del cual la efectividad de las técnicas de control y

---

<sup>19</sup> PEMEX, disponible en: [http://www.pemex.com/Paginas/default.aspx#.VNpEHPmG\\_D4](http://www.pemex.com/Paginas/default.aspx#.VNpEHPmG_D4)

prevención de la corrosión pueden ser evaluadas y proveer la retroalimentación necesaria para optimizarlas.<sup>20</sup>

**1.1.5.1 ¿Qué son los ensayos no destructivos?** Los ensayos no destructivos, “son pruebas a las que se somete un objeto de determinado material, sin que altere sus propiedades, físicas, químicas, mecánicas o dimensionales” [9]. Están basados en principios físicos tales como: ondas electromagnéticas, ondas acústicas, ondas elásticas, entre otros, de su aplicación se obtienen los resultados necesarios para establecer un diagnóstico del estado y la calidad del objeto inspeccionado.

La aplicación de los ensayos no destructivos, se centra básicamente en:

**a. Defectología.** Al detectar variaciones locales de alguna propiedad física intrínseca al material, permite la detección de discontinuidades, evaluación de la corrosión, deterioro por agentes ambientales, determinación de tensiones residuales y detección de fugas.

Al realizar una inspección no destructiva con cualquiera de los métodos existentes, se debe tener en cuenta la diferencia que existe entre defecto y discontinuidad:

- **Defecto**, Inconsistencia en la cual la indicación obtenida, se compara con las normas existentes y la pieza es rechazada.
- **Discontinuidad**, Cuando el material supuestamente homogéneo tiene una imperfección, la mayoría de las veces microscópica.

**b. Caracterización.** Permite caracterizar el estado y naturaleza del material, es usado en: evaluación de las características químicas, estructurales, mecánicas y tecnológicas de los materiales.

---

<sup>20</sup> INTRODUCCIÓN AL MONITOREO DE CORROSIÓN, disponible en:  
[http://www.alspi.com/spanish/corrosion%20monitoring%20\(spanish\).pdf](http://www.alspi.com/spanish/corrosion%20monitoring%20(spanish).pdf)

**c. Metrología.** Mide en forma indirecta lo que no puede ser medido directamente, por eso se utiliza en: control y medición de espesores, niveles de llenado, medición de longitudes (tuberías), etc.

Los ensayos no destructivos, son usados en una gran variedad de ramas, dentro de las que se encuentran: la industria automotriz, la aviación e industria aeroespacial, plantas generadoras, construcción, procesos de manufactura, ingeniería nuclear, petroquímica, etc.

**1.1.5.2 Factores claves en ensayos no destructivos.** Algunos factores claves que se deben tener en cuenta para realizar una correcta aplicación de los diferentes tipos de ensayos no destructivos son:

- **Factores Geométricos**, Corresponden a la geometría de la pieza, su tamaño, así como la orientación y localización de la o las fallas.
- **Factores Técnicos**, Comprenden la selección del método y la técnica de inspección, la calibración y el uso adecuado del equipo.
- **Factor Ambiental**, El clima, el ruido, la humedad la Temperatura ambiente, la accesibilidad a la pieza de ensayo; son factores que influyen tanto en el equipo, como en el inspector.
- **Factor Humano**, Fundamentalmente se refieren a la habilidad y experiencia del personal a cargo de la realización del ensayo, su estado de ánimo, su estado de salud, entre otros.

**1.1.5.3 Criterios de selección de los ensayos no destructivos.** Para realizar una selección óptima del método apropiado de ensayo no destructivo que usaremos en determinada inspección, debemos tener en cuenta los siguientes criterios:

- Tipo de defecto potencial y su localización.
- Tamaño y orientación del defecto.
- Tamaño y forma del objeto a inspeccionar.
- Material constitutivo de la pieza.



**1.1.5.4 Métodos de ensayos no destructivos.** Los métodos o tipos de ensayos no destructivos, tienen el objetivo de determinar la presencia, localización y severidad de discontinuidades, en partes y piezas de algunos elementos de máquinas, calderas, tuberías, estructuras, soldaduras, entre otras aplicaciones. Actualmente, existe una gran variedad de métodos de ensayos no destructivos. Entre los más utilizados se encuentran:

**1.1.5.4.1 Inspección visual.** Existen dos maneras de realizar la inspección:

***Directa,*** En este tipo de inspección, aparte de la habilidad y capacidad del inspector, se usan herramientas como: Lupas, galgas, microscopios, endoscopios, periscopios proyectores ópticos o cualquier otro dispositivo de procesamiento de imágenes en tiempo real o de tratamiento para resaltar defectos o grietas existentes en la pieza inspeccionada., etc., para emitir conceptos más confiables.

***Indirecta,*** Este tipo de inspección visual se realiza con la ayuda de Imágenes fijas (fotografías) o en movimiento (videos), para realizar un análisis posterior.

**Condiciones básicas de un inspector visual.** Las condiciones básicas que debe tener un inspector visual son:

***Poder ver,*** tener accesibilidad a las partes que se desean inspeccionar, ya sea de manera directa o con ayuda de medios complementarios.

***Saber ver,*** tener la capacitación y experiencia para saber interpretar y calificar adecuadamente lo que se observa.

***Conocer lo que quiere ver,*** el inspector debe tener la información técnica y de diseño de lo que se va a evaluar, para ser analizada antes de realizar la inspección, identificando puntos o zonas de particular relevancia, definir la estrategia de inspección, conocer los antecedentes, sobre incidente o inspecciones anteriores.

**Ventajas del método.** Las ventajas de la inspección visual son:

- Portátil.

- No se excluye.
- Se puede usar en combinación con otros métodos.
- Bajo costo Resultados inmediatos.
- Poco entrenamiento.
- No requiere equipo de seguridad.

**Desventajas del método.** Las principales desventajas de la inspección visual son:

- Solo identifica efectos superficiales.
- La superficie debe estar totalmente limpia.
- Se debe tener acceso visual.
- Depende de la agudeza visual del inspector.
- Es susceptible a fallas humanas.

**1.1.5.4.2 Radiografía industrial o gammagrafía.** Es un ensayo no destructivo utilizado para inspeccionar materiales en busca de discontinuidades macroscópicas y variaciones en su estructura interna; se basa en la radiación electromagnética de onda corta, que tiene la propiedad de penetrar diversos materiales sólidos, generando una imagen de la estructura interna del material a examinar [9]. El principio de esta técnica consiste en hacer pasar energía proveniente de los rayos gamma a través de una pieza, lo que hace que dicha energía sufra una atenuación proporcional al espesor, densidad, y estructura del material inspeccionado. Posteriormente la energía que logra atravesar el material es registrada utilizando una placa fotosensible de la cual se obtiene una imagen del área que se desee estudiar.

**1.1.5.4.3 Líquidos o tintas penetrantes.** Es un tipo de ensayo no destructivo, utilizado para detectar e identificar discontinuidades presentes en la superficie de los materiales. Su principio consiste en aplicar un líquido, de baja viscosidad (fluorescente o coloreado) en la superficie a inspeccionar, el cual penetra en cualquier discontinuidad que pudiera existir debido al fenómeno de capilaridad.

Después de un determinado tiempo se remueve el exceso de líquido y se aplica un revelador, el cual absorbe el líquido que ha penetrado en las discontinuidades y sobre la capa del revelador se delinea el contorno de dichas discontinuidades.<sup>21</sup>

**Procedimiento para la aplicación de los líquidos penetrantes.** Para realizar una correcta aplicación de los líquidos penetrantes, se deben tener en cuenta las siguientes pautas:

- Limpieza superficial.
- Aplicación del líquido penetrante.
- Infiltración (Tiempo mínimo 5 min.)
- Remoción del líquido penetrante.
- Aplicación del revelador.
- Magnificación del defecto.

**Tipos de líquidos penetrantes.** Los tipos de líquidos penetrantes más utilizados son:

- Fluorescentes.
- Coloreados.

**Métodos de líquidos penetrantes.** Los líquidos penetrantes, se basan en dos métodos que son:

**a. Métodos con base al penetrante**

- Soluble en agua.
- Emulsión base aceite.
- Penetrante base solvente.
- Emulsión base agua.

**b. Métodos con base al revelador**

- Polvos secos.

---

<sup>21</sup> AMERICAN SOCIETY OF MATERIALS, ASM Handbook. Nondestructive Evaluation and Quality Control. Vol. 17. ASM Handbook committee 1992.

- Reveladores líquidos solubles en agua.
- Reveladores de una suspensión en agua.
- Soluciones no acuosas de alta sensibilidad.

#### **Ventajas de los líquidos penetrantes**

- Son utilizados en una gran variedad de materiales.
- Su empleo relativamente fácil.
- Bajo costo respecto a los demás.
- La geometría de las piezas no representa un problema.
- Portátiles.
- Permiten cubrir un área muy grande en poco tiempo.
- La orientación y forma de las grietas, no es problema.
- Capacitación en poco tiempo.

#### **Desventajas de los líquidos penetrantes**

- Limitaciones graves en materiales porosos.
- Solo sirve para defectos superficiales.
- La superficie de trabajo debe estar suficientemente limpia.
- Acceso directo a la superficie a inspeccionar.
- Por si mismas no proporcionan un registro permanente.
- El área de trabajo debe tener una buena ventilación.
- Depende de factores humanos.
- Compatibilidad química entre los líquidos y el material.

**1.1.5.4.4 Partículas magnéticas.** Permite detectar discontinuidades superficiales y subsuperficiales en materiales ferromagnéticos.

El principio de este método consiste en inducir un campo magnético en un material ferromagnético (por imanes o por corriente), esto forma distorsiones si el material presenta zonas en las que existen discontinuidades perpendiculares a las líneas de campo magnético, por lo que estas se deforman o producen polos, atrayendo a las partículas magnéticas (secas o húmedas) que son aplicadas en forma de polvo

o suspensión en la superficie a examinar, y por acumulación producen las indicaciones que se observan visualmente de forma directa o empleando luz ultravioleta. Existen 32 variantes del método, y cada una sirve para diferentes aplicaciones y niveles de sensibilidad<sup>22</sup>.

#### **Ventajas de las partículas magnéticas**

- Metodología sencilla.
- Alta sensibilidad.
- Los equipos son relativamente económicos.
- Los resultados obtenidos son de fácil interpretación.

#### **Desventajas de las partículas magnéticas**

- En la técnica fluorescente hay que tener precauciones con la luz ultravioleta.
- En algunos casos se requiere desmagnetizar el objeto inspeccionado.

**1.1.5.4.5 Ultrasonido.** Es un procedimiento de inspección no destructivo de tipo mecánico, su funcionamiento se basa en la impedancia acústica, la que se manifiesta como el producto de la velocidad máxima de propagación del sonido entre la densidad del material. Cuando se inventó este procedimiento, se medía la disminución de intensidad de energía acústica cuando se hacían viajar ondas supersónicas en un material, requiriéndose el empleo de un emisor y un receptor. Actualmente se utiliza un único aparato que funciona como emisor y receptor, basándose en la propiedad característica del sonido de reflejarse al alcanzar una interface acústica.

Los equipos de ultrasonido que se utilizan actualmente permiten detectar discontinuidades superficiales, subsuperficiales e internas, dependiendo del tipo de palpador utilizado y de las frecuencias que se seleccionen dentro de un rango que va desde 0.25 hasta 25 MHz. Las ondas ultrasónicas son generadas por un

---

<sup>22</sup> AMERICAN SOCIETY OF MATERIALS, ASM Handbook. Nondestructive Evaluation and Quality Control. Vol. 17. ASM Handbook committee 1992.

cristal o un cerámico piezoeléctrico denominado transductor que tiene la propiedad de transformar la energía eléctrica en energía mecánica y viceversa.

Al ser excitado eléctricamente el transductor vibra a altas frecuencias generando ultrasonido. Las vibraciones generadas son recibidas por el material que se va a inspeccionar y durante el trayecto la intensidad de la energía sónica se atenúa proporcionalmente a la distancia del recorrido. Al alcanzar la frontera del material, el haz sónico es reflejado, y se recibe el eco por otro (o el mismo) transductor. Su señal es filtrada e incrementada para ser enviada a un osciloscopio de rayos catódicos.<sup>23</sup>

**3.1.6 Reunión previa al trabajo.** Una buena especificación requerirá una reunión previa al trabajo para que todas las partes – el propietario, el contratista, el proveedor de la protección catódica y el probador – puedan ponerse de acuerdo para revisar las normas y los procedimientos de trabajo para el proyecto. La reunión debería incluir todos los aspectos de la especificación pero también debería enfocarse en:

- El alcance.
- Prácticas seguras.
- Inspección previa a la limpieza.
- Operaciones de limpieza.
- Materiales y prácticas de manejo.
- Procedimientos de aplicación.
- Inspección (herramientas, métodos y secuencia).
- Presentaciones del contratista.
- Cambio de pedidos, si hubiera.

---

<sup>23</sup> SALAZAR Ricardo, PINZÓN Manuel, PALACIOS Antonio, Memorias curso de ensayos no destructivos en ultrasonido y gammagrafía nivel I. (marzo 25 de 2006).

La siguiente tabla es una de chequeo, para vigilar la corrosión:

**TABLA 5.** Lista de chequeo para vigilar la corrosión.

<b>CHECKLIST PARA VIGILAR LA CORROSIÓN</b>	
<b>Tema</b>	<b>Marque Aquí (X)</b>
Especificación	
• Consígala	
• Léala	
• Compréndala	
Reunión Previa al Trabajo	
• Asista	
• Solicite una	
• Participe activamente	
• Conozca y comprenda las reglas de seguridad	
Cronograma de Protección	
• Averigüe dónde se harán las actividades de protección y de qué tipo	
Pre-inspección	
• Localice las áreas que serán difíciles de proteger	
• Salpicaduras de soldadura	
• Flujo de soldadura	
• Soldadura discontinua	
• Soldadura rugosa	
• Bordes filosos	
• Laminaciones	
Preparación de la Superficie	

• Defectos de la superficie corregidos	
• Observe las reglas de seguridad	
• Abrasivo correcto	
• Patrón de anclaje según lo especificado	
• Todo el polvo removido	
• Superficie neutra	
• Superficie como se requiere en la especificación	
• Clima adecuado para la limpieza abrasiva	
Recubrimientos	
• Observe las reglas de seguridad	
• Los recubrimientos son los especificados	
• Los recubrimientos están mezclados y agitados correctamente	
• Los recubrimientos están diluidos correctamente	
• Los recubrimientos no han excedido su “pot life”	
Aplicación del Recubrimiento	
Protección catódica por ánodo de sacrificio	
Protección catódica por corriente impresa	
• Observe las reglas de seguridad	
• El clima es apropiado	



• Las condiciones ambientales son correctas	
• Superficie limpia	
• EPH correcto	
• EPS correcto	
• No hay fallas	
• Corrimientos o chorreamientos	
• Spray seco	
• Discontinuidades	
• Otros	
• Aplicación a brocha sobre las soldaduras	
Reporte	
• Tomar todas las mediciones requeridas	
• Registrar y reportar según se requiera	

**Fuente:** CIP programa de certificación para inspectores de recubrimientos, NACE Internacional.

**1.1.7 Norma ISO 17024.** La norma internacional ISO 17024 especifica los requerimientos para asegurar que los organismos de certificación que operan la certificación de personas, conducen sus operaciones en una forma consistente, comparable y confiable.

La norma busca que los organismos certificadores generen confianza en las partes interesadas en el certificado, mediante su independencia e imparcialidad en relación con los candidatos y las personas certificadas y pide que tomen las medidas necesarias para asegurar su operación ética.

En conclusión esta norma es la base para el reconocimiento de los organismos de certificación de personas y sus esquemas de certificación. Este sistema de certificación crea las condiciones para el reconocimiento mutuo y el intercambio global de personal.<sup>24</sup>

**1.1.8 Norma NRF- PEMEX- 047.** La norma NRF-PEMEX-047, establece los requisitos técnicos, criterios y metodología para la contratación de los servicios de diseño, especificación de materiales, instalación y mantenimiento de los sistemas de protección catódica en estructura enterradas o sumergidas utilizadas para la explotación, transporte y almacenamiento de hidrocarburos y sus derivados.

En conclusión esta norma es la base para el diseño, materiales, instalación, pruebas y mantenimiento de sistemas de protección catódica, a través de ánodos galvánicos o sistemas de corriente impresa, para proteger contra la corrosión a tuberías enterradas (en lecho marino y áreas terrestres) o sumergidas en cuerpos de agua dulce, salobre, marino y para subestructuras de plataformas marinas, muelles, embarcaderos y monoboyas, utilizados en las actividades de producción, transporte, distribución, comercialización y procesamiento de hidrocarburos y sus derivados.<sup>25</sup>

## **1.2 MARCO CONCEPTUAL**

**1.2.1 ¿Qué es ISO?** “Es la International Organization for Standarization (Organización Internacional de Estandarización) fundada en el año de 1946 con el fin de crear un conjunto de normas para el comercio, la manufactura y las comunicaciones”.

---

<sup>24</sup> INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Norma Técnica Colombiana NTC – ISO/IEC 17024, ICONTEC, 2003.

<sup>25</sup> PEMEX, disponible en: [http://www.pemex.com/Paginas/default.aspx#.VNpEHPmG\\_D4](http://www.pemex.com/Paginas/default.aspx#.VNpEHPmG_D4)

La organización tiene como sede la ciudad de Ginebra, Suiza, y está conformada por aproximadamente 100 países, los cuales están representados por su organismo integrante, que es la organización nacional que coordina las normas de cada país.

Cada organismo integrante tiene derecho a un solo voto, y todas las normas establecidas por la ISO son de voluntaria adaptación, pero en algunos países las normas ISO suelen adoptarse como normas nacionales y las convierten en obligatorias.

La ISO establece normas para todas las industrias excepto las relacionadas con la Ingeniería eléctrica y electrónica, ya que estas áreas corresponden a la IEC (International Electrotechnical Commission), la cual se integra por 40 países y tiene una estrecha cooperación con la ISO lo que hace que publiquen un conjunto común de directrices que rigen la elaboración de las normas.

La ISO tiene una estructura formada por alrededor de 200 comités técnicos que elaboran el borrador de las normas. Las naciones integrantes constituyen comités nacionales, que establecen la postura y las estrategias de negociación del país y seleccionan delegados que puedan aportar sus conocimientos al proceso de elaboración de las normas ISO. Este mecanismo permite que la ISO reciba muchas aportaciones y establezca consenso, antes de promulgar una norma, entre la industria, el gobierno y demás entidades interesadas.<sup>26</sup>

**1.2.2 ¿Qué es NACE?** NACE internacional fue fundada en 1943, por once ingenieros en corrosión de la industria de tuberías, como la “National Association of Corrosion Engineers.” Los ingenieros fundadores fueron originalmente parte de

---

<sup>26</sup> INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Manual para las pequeñas empresas ISO 9001:2000, Icontec.

un grupo regional, formado en la década de 1930, cuando se introdujo el estudio de la protección catódica. Desde entonces NACE internacional se ha convertido en el líder mundial en el desarrollo de la prevención de la corrosión, normas de control, certificación y educación. Los miembros de NACE internacional aún está formada por ingenieros y por profesionales que trabajan en una variedad de áreas relacionadas a la protección de la corrosión.<sup>27</sup>

**1.2.3 Certificación.** Es el procedimiento por el cual una tercera parte garantiza por escrito que un producto, proceso o servicio cumple con determinados requisitos.

**1.2.3.1 Proceso de Certificación.** Todas las actividades mediante las que un organismo de certificación establece que una persona cumple con los requisitos de competencia especificados, que incluye la solicitud, evaluación, la decisión sobre la certificación, la vigilancia y renovación de la certificación, el uso de certificados y logotipos/marcas.

**1.2.3.2 Esquema de certificación.** Requisitos específicos de certificación relacionados con categorías especificadas de personas a las que se aplican las mismas normas y reglas particulares y los mismos procedimientos.

**1.2.3.3 Sistema de Certificación.** Conjunto de procedimientos para llevar a cabo el proceso de certificación, de acuerdo con el esquema de certificación, que resulta en la emisión de un certificado de competencia, incluyendo el mantenimiento.<sup>28</sup>

---

<sup>27</sup> NACE INTERNACIONAL, disponible en: <http://www.nace.org/home.aspx>

<sup>28</sup> INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Norma Técnica Colombiana NTC – ISO/IEC 17024, ICONTEC, 2003.

**1.2.4 Entrenamiento.** Programa organizado y documentado de actividades diseñadas para impartir el conocimiento y habilidades requeridas para ser calificado por una norma.

**1.2.4.1 Evaluación.** Proceso que evalúa el cumplimiento de una persona con los requisitos del esquema, que conduce a una decisión sobre la certificación.

**1.2.4.2 Examen.** Mecanismo que es parte de la evaluación, que mide la competencia de un candidato por uno o varios medios escritos, orales, prácticos y por observación.

**1.2.4.3 Examinador.** Persona con calificaciones técnicas y personales pertinentes, que es competente para llevar a cabo y/o calificar un examen.

**1.2.4.4 Calificación.** Demostración de atributos personales, educativos, formación y/o experiencia laboral.

**1.2.5 Probador.** Persona calificada y certificada que se asegura que los procesos continúen realizando las tareas para las cuales fueron creados de acuerdo a las normas de calidad y seguridad pertinentes.

**1.2.6 Inspector.** Persona calificada y certificada que se asegura de que los productos o procesos desarrollados cumplan con las normas de calidad y seguridad. Por lo general esta persona tiene las facultades necesarias de acuerdo a la ley y a la normativa vigente para llevar a cabo su tarea y tomar decisiones correspondientes.

Una vez está dentro del recinto a inspeccionar, tomará nota de lo encontrado y conforme a las reglas dará su veredicto.

**1.2.6.1 Propietario o compañía** se refiere al propietario registrado de la instalación en cuestión o su representante designado.

**1.2.6.2 Aplicador/contratista** se refiere al licitador ganador responsable de hacer el trabajo de recubrimientos.

**1.2.6.3 Capataz** se refiere al representante del aplicador en el sitio, quien es responsable del contratista.

**1.2.6.4 Ingeniero especificador** se refiere a la persona que puede resolver no conformidades o hacer cambios a las especificaciones. Él o ella también puede ser la persona que redactó las especificaciones. (El ingeniero especificador también se conoce como *ingeniero del proyecto* o solamente *ingeniero*.)

**1.2.6.5 Especificador** se refiere a la persona que redactó las especificaciones. Él o ella pueden o no ser el ingeniero especificador.

**1.2.7 Seguridad.** Muchas especificaciones empiezan esta sección con una frase general, como: El trabajo se realizará de una manera segura de acuerdo con todos los códigos de seguridad federal, estatal y locales aplicables.

Generalmente, el propietario tendrá su propio manual de seguridad que incluirá requisitos específicos de seguridad como:

- Uso de casco.
- Uso de equipos de respiración (el propietario puede requerir respiradores para todo el personal del contrato).
- Uso de ropa protectora, por lo general en colores contrastantes de identificación en cuanto a la clase de personal, como:
  - Personal de la refinería (personal del propietario) – azul
  - Personal del contratista de pintura – naranja
  - Otro personal contratista – amarillo

- Requisitos para permisos especiales para ciertas áreas de la planta, como espacios confinados; dichos permisos por lo general son válidos solamente para un turno de 8 horas, y pueden requerir un trabajador que vigile en todo momento fuera del espacio confinado.
- Otros requisitos de la planta, como identificación de sitios de encuentro o refugios seguros para usarse en caso de emergencias.
- Algunas compañías exigen al personal contratista asistir a una escuela de seguridad patrocinada por la compañía y aprobar un examen para poder trabajar en la planta. En dicha escuela, se pone mucha atención a los aspectos de seguridad **específicos de la planta**.

**1.2.8 Normas De Referencia.** La especificación generalmente incluirá una lista de normas publicadas referidas por secciones particulares o partes del documento. Cualquier parte de una norma referenciada puede ser obligatoria para todas las partes así como la norma entera, a menos que se indique una excepción.

**1.2.9 Documentación.** Normalmente se incluirá con la sección sobre inspección y se refiere a la conservación de todos los registros e informes del proceso de la inspección.

Los inspectores deberían recordar que la documentación que preparen puede ser el registro más importante del trabajo realizado en un proyecto. Debería ser preciso y fácil de entender, recordando que los lectores quizás no tengan conocimiento específico del trabajo o de la ubicación del proyecto.<sup>29</sup>

---

<sup>29</sup> CIP PROGRAMA DE CERTIFICACIÓN PARA INSPECTORES DE RECUBRIMIENTOS, NACE Internacional, manual estudiantes.

**1.2.10 ¿Que es PEMEX?** Petróleos Mexicanos es la mayor empresa de México, el mayor contribuyente fiscal del país, así como una de las empresas más grandes de América Latina.

Es de las pocas empresas petroleras del mundo que desarrolla toda la cadena productiva de la industria, desde la exploración, hasta la distribución y comercialización de productos finales, incluyendo la petroquímica. Durante 2012, sus ingresos totales ascendieron a un billón 647 mil millones de pesos, obtuvo un rendimiento de operación de 905 mil millones de pesos y su inversión ascendió a 311 mil millones de pesos.

La producción de petróleo crudo se ha mantenido estable en los últimos años y en 2012 se ubicó en 2 millones 548 mil barriles diarios y la de gas natural en 6 mil 385 millones de pies cúbicos diarios.

Asimismo, se llevaron a cabo descubrimientos que ayudaron a corroborar el potencial petrolero en aguas profundas y en las cuencas del sureste. Con la terminación del pozo Kunah-1DL se obtuvo mayor información del campo Kunah, confirmando el potencial gasífero en aguas profundas del proyecto Golfo de México B. Asimismo, los pozos Supremus-1 y Trión-1, ubicados dentro del proyecto Área Perdido, cerca de los límites territoriales marinos, y terminados en tirantes de agua de casi 3 mil metros de profundidad, permitieron ampliar el área de exploración de zonas de aceite de dicho proyecto.<sup>30</sup>

## **2. PROCEDIMIENTO DE CERTIFICACIÓN**

El presente capítulo, plantea el procedimiento a seguir para realizar la certificación de personal en Protección Catódica, cumpliendo con los requisitos exigidos por la Norma NFR – PEMEX – 047; y fueron, integrandos dos instructivos de certificación, como lo son la certificación de Aplicadores de Pintura, Especializados en Industria la cual cumple los requisitos exigidos por la Norma ASTM D 4228 y

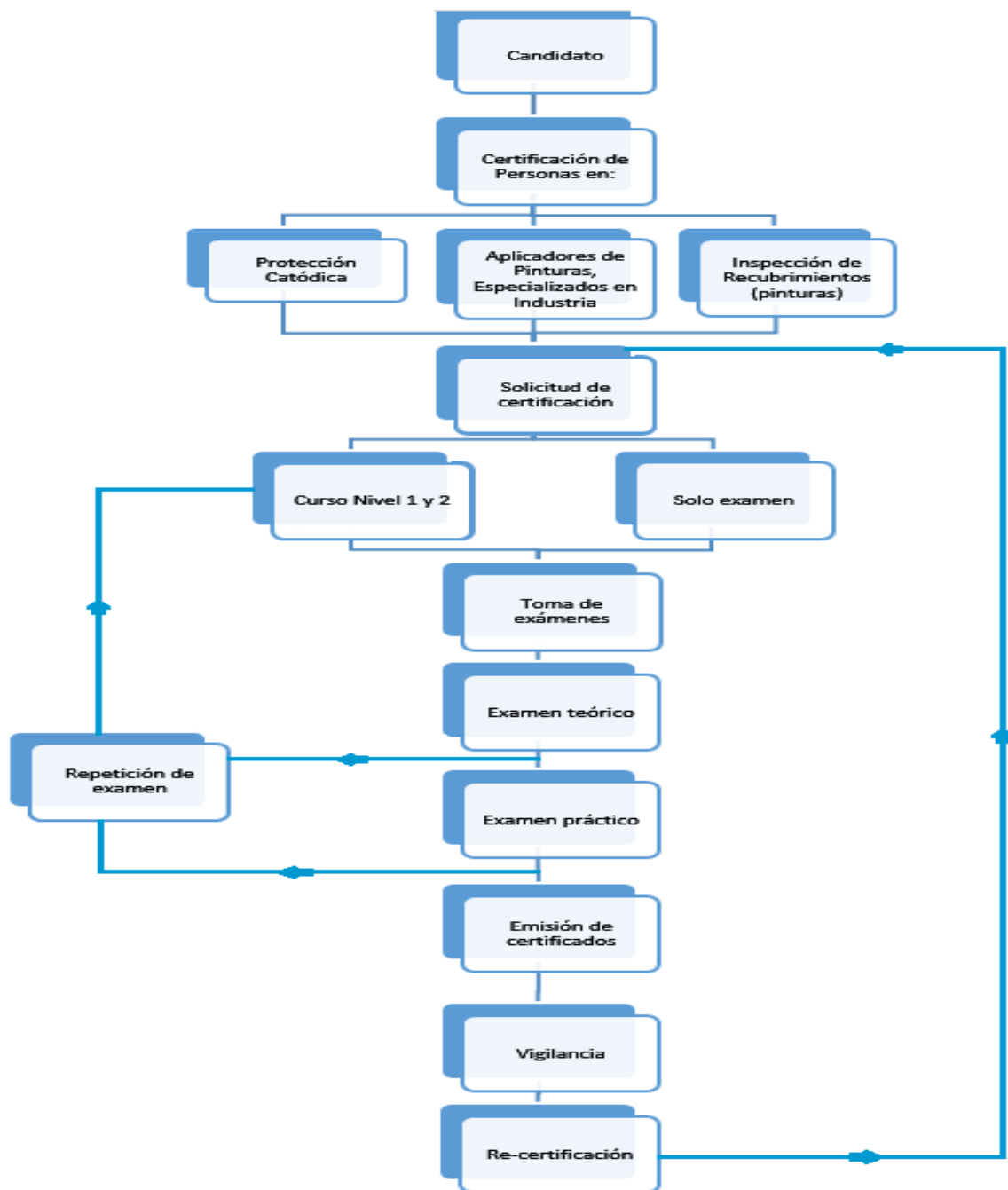
---

<sup>30</sup> PEMEX, disponible en: [http://www.pemex.com/Paginas/default.aspx#.VNpEHPmG\\_D4](http://www.pemex.com/Paginas/default.aspx#.VNpEHPmG_D4)



certificación de personas en Inspección de Recubrimientos que cumple con la Norma ASTM E 1499.

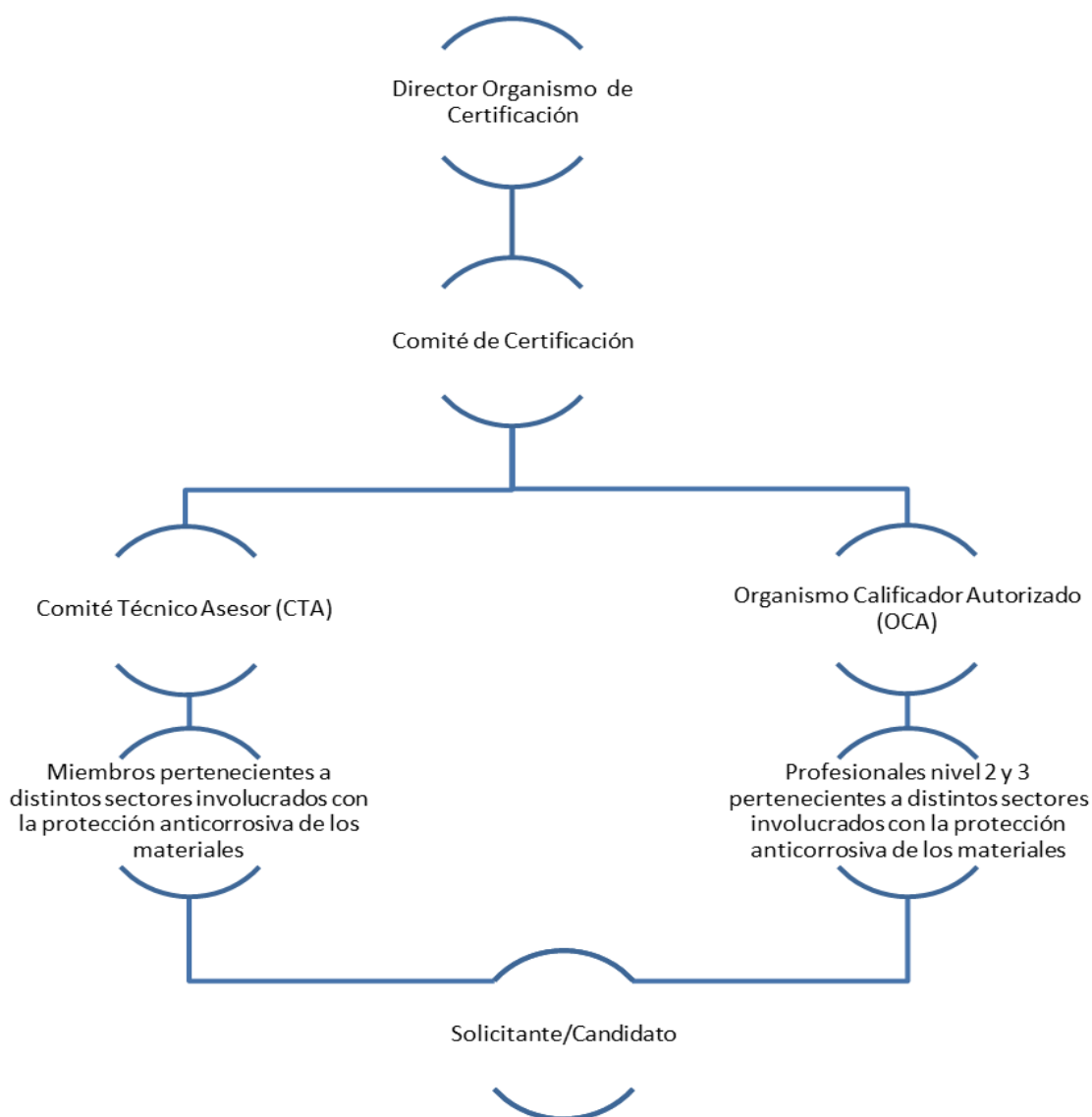
El procedimiento de certificación general se encuentra definido en el siguiente diagrama de flujo:



## 2.1 MANUAL DE GENERAL DE CERTIFICACIÓN DE PERSONAS

Este manual se desarrolló bajo la Norma ISO/IEC 17024 y se adaptó al organismo de calidad de la Universidad Tecnológica de Pereira, con el objetivo de definir las bases mediante las cuales el organismo certificador opera, además, dar a conocer las responsabilidades, obligaciones y derechos del candidato y el organismo certificador.

El orden jerárquico del organismo de certificador de persona es el siguiente:



El proceso de certificación de personas y las responsabilidades de los diferentes comités se describen en la tabla que a continuación se muestra.

**TABLA 6.** Descripción del proceso de certificación de personas.

<b>Fase</b>	<b>Actividad</b>	<b>Acciones</b>	<b>Documentos de referencia</b>	<b>Responsabilidad</b>
<b>Apertura de procesos de certificación</b>	Contacto inicial	Presentación realizada por el candidato para iniciar el proceso de certificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protocolo de certificación.</li> <li>- Programa de conocimientos obligatorios.</li> <li>- Código de Ética.</li> <li>- Reglamento de certificación de personas.</li> <li>- Solicitud de certificación.</li> </ul>	Organismo de Certificación
	Evaluación de antecedentes	Análisis de los documentos presentados por el postulante para evaluar factibilidad de su presentación al proceso de certificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solicitud de certificación.</li> <li>- Documento requerido al solicitante.</li> </ul>	Organismo de Certificación y Organismo de Calificación Autorizado
	Presupuesto	Elaborar el presupuesto según el proceso de certificación, la cantidad de personas a certificar y el lugar donde se tomaran los exámenes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presupuesto escrito.</li> </ul>	Organismo de Certificación
	Apertura de la orden de trabajo	Pago de los aranceles correspondientes según el presupuestó	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Orden de trabajo.</li> </ul>	Organismo de Certificación
	Comunicación de fecha de exámenes	Se envía vía mail al postulante con las fechas de los exámenes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calendario anual de exámenes (cuando corresponda según el proceso)</li> </ul>	Organismo de Calificación Autorizado
<b>Evaluación</b>	Exámenes escritos/orales y/o prácticos	Realización de exámenes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acta de evaluación</li> </ul>	Organismo de calificación autorizado
<b>Emisión de certificados</b>	Evaluación de la documentación	Análisis de documentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solicitud de evaluación</li> <li>- Acta e evaluación</li> <li>- Resumen de datos (cuando corresponda)</li> </ul>	Organismo de Certificación

	Emisión del certificado	Emisión de certificado		
<b>Vigilancia</b>	Verificación de competencias	Presentación de evidencias y/o certificados según, el proceso de certificación	- Informe de vigilancia	Organismo de Certificación
<b>Renovación</b>	Apertura de orden de trabajo	- Presentación de solicitud - Renovación - Presentación de evidencias y/o certificados - Pago de los aranceles correspondientes	- Solicitud de renovación - Informe de vigilancia	Organismo de Certificación
<b>Re-Certificación</b>	Apertura de orden de trabajo	- Presentación de solicitud de re-certificación - Pago de los aranceles	- Solicitud de Re-certificación - Informe de vigilancia	Organismo de Certificación

**Fuente:** instituto nacional de tecnología industrial INTI.

El presente reglamento se diseñó de la siguiente manera:

- Parte General, donde se describe las pautas generales del proceso de certificación de personas.
- Certificaciones específicas, en las cuales se detallan para cada uno de los procesos de certificación de personas: la normatividad específica aplicable, la conformación del Comité Técnico Asesor, la modalidad de funcionamiento del mismo y el perfil de los solicitantes.

A continuación el contenido del reglamento de certificación de personas, el cual expone las generalidades del proceso y las diferentes certificaciones:

## 0. Índice

### 1. Introducción

1.1 Alcance

1.2 Entidad legal

1.3 Referencias Normativas

1.4 Vocabulario para interpretación de reglamento

1.5 Generalidades

## **2. Responsabilidades**

2.1 Del organismo de certificación

2.2 Del Comité Técnico Asesor

2.3 De los Organismos Calificadores Autorizados

2.4 Del solicitante

## **3. Condiciones generales para la utilización del Certificado de Conformidad**

## **4. Sanciones**

## **5. Vigilancia**

## **6. Quejas y apelaciones**

## **7. Confidencialidad**

## **8. Flujograma jerárquico**

## **9. Descripción del proceso de certificación de personas**

## **10. Certificación en protección catódica**

10.1 Objetivo nivel 1

10.2 Objetivo nivel 2

10.3 Destinatarios nivel 1

10.4 Destinatarios nivel 2

10.5 Normativa aplicable

10.6 Integración y funcionamiento del CTA

## **11. Certificación de aplicadores de pintura especializados en industria**

11.1 Objetivo

11.2 Destinatarios

11.3 Normativa aplicable

11.4 Integración y funcionamiento del CTA

## **12. Certificación de inspectores de recubrimientos**

12.1 Objetivo nivel 1

12.2 Objetivo nivel 2

12.3 Destinatarios nivel 1

12.4 Destinatarios nivel 2

12.5 Normativa aplicable

12.6 Integración y funcionamiento del CTA

### **13. Diagrama de flujo de certificación de personas**

Este contenido abarca las generalidades del proceso de certificación del candidato.

## **2.2 REQUISITOS DE FORMACIÓN**

Los candidatos para las diferentes certificaciones y los niveles, deben completar un entrenamiento suficiente, para familiarizarse con los principios de los métodos y las prácticas de las técnicas de ensayo aplicadas.

Respecto al temario de los cursos para los diferentes niveles, se recomienda que sea acorde al planteado en este trabajo, sin embargo cada entidad que presente cursos de formación, tiene libertad de agregar los tópicos que considere necesarios.

En cualquier caso, el órgano certificador no verificará ni exigirá que el contenido de los cursos, se adapte obligatoriamente al temario formulado, entendiendo que el propio examen de certificación que el candidato presente será la mejor prueba de la adecuación del proceso de formación al que hay sido sometido. De igual manera el órgano certificador no homologa centros de formación y admite por tanto, cualquier formación impartida en cualquier centro.

Las horas de formación requeridas para cada uno de los niveles en protección catódica se pueden observar en la tabla 7.

**TABLA 7.** Horas de Formación en Protección catódica.

NIVEL	HORAS DE ENTRENAMIENTO REQUERIDAS POR NIVEL	HORAS TOTALES DE ENTRENAMIENTO EN PROTECCIÓN CATÓDICA
I	36	36
II	36	72

**Fuente:** NACE internacional.

Las horas de formación requeridas para la certificación de aplicadores de pintura, especializados en industria se exponen en la siguiente tabla.8:

**TABLA 8.** Horas de formación aplicadores de pintura, especializados en industria.

NIVEL	HORAS DE ENTRENAMIENTO REQUERIDAS POR NIVEL	HORAS TOTALES DE ENTRENAMIENTO PARA APLICADORES DE RECUBRIMIENTOS
1	36	36

**Fuente:** the coatings society.

Las horas de formación requeridas para la certificación de inspectores de recubrimientos (pintura), se exponen en la siguiente tabla 9:

**TABLA 9.** Horas de formación de inspectores de recubrimientos (pintura).

NIVEL	HORAS DE ENTRENAMIENTO REQUERIDAS POR NIVEL	HORAS TOTALES DE ENTRENAMIENTO EN INSPECCIÓN DE RECUBRIMIENTOS
1	36	36
2	36	72

**Fuente:** CIP programa de certificación para inspectores de recubrimientos, NACE.

**Nota 1,** Las horas de formación comprenden los cursos teóricos y los prácticos.

**Nota 2,** La persona, que quiera certificarse directamente en Nivel 2, y no tenga entrenamiento en Nivel 1, sus horas de entrenamiento consistirán en la suma de las requeridas para los dos niveles; esto aplica a las certificaciones en: Protección catódica e Inspectores de recubrimientos (pinturas).

Lo anterior se puede observar en los anexos 2,3 y 4 los cuales contienen los instructivos de certificación.

### **2.3 PRESENTACIÓN DE ANTECEDENTES Y DE LA SOLICITUD DE CERTIFICACIÓN**

Los postulantes luego de ser interiorizado de las características del proceso de certificación, personalmente en el Organismo de Certificación y/o a través del presente documento deberán presentar al Organismo de Certificación en la Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ingeniería Mecánica (CECEND), la siguiente documentación:

- Solicitud de certificación.
- Copia de afiliación a seguridad social.
- 1 foto 4x4 para carnet.
- Diploma de estudios secundarios.
- Habilidad para hacer cálculos necesarios simples (álgebra básica, fraccionarios y conversiones).

#### **Para certificación en protección catódica:**

- Aprobación del curso teórico práctico, de probador de protección catódica en nivel 1 o 2, de acuerdo a la certificación deseada por el postulante, curso dictado por la Universidad Tecnológica de Pereira u otras instituciones acreditadas.



- La persona que solo va presentar el examen debe tener un certificado de experiencia de trabajo en protección catódica mínimo de 6 (seis) meses y solo puede asistir el ultimo día del curso; de perder ambos exámenes (teórico y práctico), el postulante solo podrá presentarse nuevamente al realizar y finalizar el curso en de protección catódica nivel 1.

Los procedimientos para certificarse como probador de inspección catódica nivel 2:

- Solicitud de Re-certificación.
- Certificación activa como probador de protección catódica nivel 1.
- Entrenamiento en matemáticas y ciencias en estudios secundarios o técnicos, junto certificado que muestre mínimo dos (2) años de experiencia laboral en corrosión y protección catódica; o grado en ciencias físicas o ingeniería, junto con certificado que muestre mínimo un (1) año de experiencia laboral en corrosión y protección catódica.
- El candidato que cumpla con los requisitos previos puede tomar el examen sin haber tomado el curso en protección catódica nivel 2, de perder uno (1) de los exámenes (teórico o practico), el postulante solo podrá presentarse nuevamente al realizar y concluir exitosamente el curso como probador de protección catódica nivel 2.
- En la solicitud de certificación, el postulante declara conocer y aceptar los términos del presente documento, del reglamento de certificación de personas de la Universidad Tecnológica de Pereira, y el código de ética.

**Para certificación aplicadores de pinturas, especializados en industria:**

- Acreditación mediante constancia escrita expedida por su empleador, de una experiencia mínima de 6 meses en tareas afines a la aplicación de pinturas industriales. En el caso de ser autónomo, deberá presentar una declaración jurada de las actividades realizadas, con correspondiente identificación legal de la empresa.

- Aprobación del curso teórico práctico, de Aplicadores de recubrimientos industriales, dictado por la Universidad Tecnológica de Pereira. En la solicitud de certificación, el postulante declara conocer y aceptar los términos del presente documento, del reglamento de certificación de personas de la Universidad Tecnológica de Pereira, y el código de ética.

**Para certificación en inspección de recubrimientos (pinturas):**

- Aprobación del curso teórico práctico, Inspector de Recubrimientos en nivel I o II de acuerdo a la certificación deseada por el postulante, curso dictado por la Universidad Tecnológica de Pereira u otras instituciones acreditadas.
- La persona que solo va presentar el examen debe solo puede asistir el ultimo día el curso, de perder ambos exámenes (teórico y práctico), el postulante solo podrá presentarse nuevamente al realizar y finalizar el curso en inspector de recubrimientos nivel 1.

Para la certificación en inspector de recubrimientos nivel 2 el postulante debe presentar:

- Formulario de Re-certificación.
- Certificación activa en inspección de recubrimientos nivel 1.
- Un (1) año de experiencia laboral en el área de corrosión.
- Quince (15) horas de desarrollo profesional como inspector de recubrimientos nivel 1.
- La persona que solo va presentar el examen debe solo puede asistir el ultimo día el curso, de perder ambos exámenes (teórico y práctico), el postulante solo podrá presentarse nuevamente al realizar y finalizar el curso en inspector de recubrimientos nivel 2.

En la solicitud de certificación, el postulante declara conocer y aceptar los términos del presente documento, del reglamento de certificación de personas de la Universidad Tecnológica de Pereira, y el código de ética.

Lo anterior se puede observar en los anexos 2,3 y 4 los cuales contienen los instructivos de certificación.

## **2.4 ADMISIÓN DE LOS POSTULANTES**

Una vez se realice la recepción de toda la documentación del candidato, se abrirá una carpeta que el Organismo de Certificación evaluará con el objeto de comprobar que toda la información está completa y correcta. En el caso afirmativo, el Organismo certificador procede a la apertura de la orden de trabajo por los aranceles de la gestión de certificación y los exámenes de calificación.

## **2.5 TOMA DE EXÁMENES**

Se realizaran dos exámenes uno es escrito; y el otro es un examen práctico con el manejo de instrumentos de prueba seleccionados.

Para presentar el examen práctico será necesario aprobar previamente el examen escrito.

Los postulantes, deberán pasar ambos exámenes y recibir un mínimo de 70% para poder alcanzar la certificación de nivel I y proceder al siguiente curso (nivel II).

El examen completo, (teórico y práctico), podrá ser presentado por los postulantes tanto en las instalaciones de la Universidad Tecnológica de Pereira, como en otras locaciones según se acuerde con el Organismo Certificador, estas deben cumplir con las condiciones de seguridad e higiene requeridas y adecuados para realizar los exámenes, además las probetas del lugar, instrumentos y herramientas deben responder con todas las características exigidas por este documento y las normas que se contemplan en la certificación. En el primer caso, el costo de la certificación, incluirá las probetas, herramientas e instrumentos, utilizados en el

examen, en el segundo caso (toma de exámenes en una empresa), el costo de la certificación incluirá las probetas, los viáticos de los dos evaluadores que asistirán a la empresa y los gastos de traslado.

**2.5.1 Examen escrito.** El examen escrito es a libro abierto y los candidatos pueden traer sus propias referencias bibliográficas. Consiste de preguntas de opción múltiple y de verdadero y falso, con una duración de 2 (dos) horas.

Para la aprobación del examen escrito será necesario aprobar al menos 1 (una) pregunta de las 3 (tres) correspondientes a cada módulo, y recibir un mínimo de 70% para poder presentar el examen práctico.

**2.5.2 Examen práctico.** El examen práctico, debe tener la complejidad y la extensión tales que le permitan al examinador comprobar la capacidad de los candidatos para aplicar los métodos requeridos por cada certificación. Se les solicitará que demuestren qué tan bien saben cómo desarrollar las diferentes técnicas vistas en los cursos. Se les asignarán tareas y se les requerirá registrar sus resultados. Serán calificados en base a la exactitud de los resultados que registren.

Se realizará sobre probetas acordes a las normas y en las instalaciones de la Universidad Tecnológica de Pereira o en un lugar seleccionado por el organismo certificador, aprobado por el OCA; teniendo en cuenta que el lugar elegido debe contar con todas las condiciones necesarias para realizar la prueba, siguiendo los lineamientos generales de las normas para la certificación de personas mencionadas en este documento.

Esta lista de comprobación debe tener al menos los siguientes ítems:

**1. Conocimiento y experiencia en el uso de equipos.** Donde se evaluará la aplicación y conocimientos del candidato acerca de los ajustes, teoría general del

método, comprobaciones de funcionamiento del equipo y material complementario necesario para el ensayo.

**2. Conocimiento de los métodos y técnicas de inspección aplicadas a la muestra de ensayo.** Se evaluará la destreza y habilidad del candidato en la realización del ensayo sobre una muestra de examen.

**3. Detección y localización de las discontinuidades.** Se evaluarán los parámetros básicos del ensayo y los resultados de la inspección, en términos de discontinuidades detectadas y localizadas.

La puntuación mínima en porcentaje requerido para aprobar este examen será del 70%.

El tiempo máximo para efectuar este examen dependerá del método y del ejemplo propuesto y no será mayor a dos horas por muestra o volumen de ensayo.

## **2.6 CALIFICACIÓN DE EXÁMENES**

El organismo de certificación asignará o subcontrata personal calificado bajo la figura de Organismo de Calificación Autorizado (OCA) para que este lleve a cabo la evaluación de los candidatos.

El OCA es auditado una vez al año por el organismo de certificador acompañado por uno o más miembros del Comité Técnico Asesor donde se le evalúan distintos aspectos tales como el sistema de gestión de calidad, la competencia técnica de los examinadores certificados, las condiciones que aseguren la confidencialidad del contenido del examen y de la documentación presentada por los candidatos, la imparcialidad del OCA y además se evalúa la actualización del banco de preguntas para el examen. Los evaluadores que presenta el OCA deben estar aprobados por el Comité Técnico Asesor y los miembros deben demostrar su competencia en el ejercicio de sus funciones.

La nota final se calculará de acuerdo a los porcentajes establecidos para cada examen de acuerdo a la tabla 10.

**Tabla 10.** Porcentajes de calificación de exámenes para Niveles I y II.

EXAMEN	PORCENTAJE
Teórico	50%
Práctico	50%

**Fuente:** NACE internacional.

Para obtener la certificación el candidato deberá obtener mínimo un 80% en la nota final y más del 70% en la nota de cada examen.

## **2.7 REPETICIÓN DEL EXAMEN**

Si el candidato no aprueba el examen escrito o el práctico, el OCA le definirá una nueva fecha de examen luego de transcurridos treinta días corridos del examen desaprobado, siendo necesario el pago de una nueva orden de trabajo y el pago de aranceles correspondientes. El costo del examen escrito corresponderá al 30% del valor de la certificación original. El costo de la repetición del examen práctico corresponderá al 80% del valor de la certificación original.

El lapso mínimo para la repetición del examen, se puede acordar si el candidato recibe una nueva capacitación en dicho intervalo (demostrable mediante constancia firmada por los capacitadores).

Un candidato que no apruebe por segunda vez puede presentarse nuevamente, cumpliendo con los procedimientos para candidatos nuevos.

## **2.8 EMISIÓN DE CERTIFICADO**

El Organismo Certificador realizara un informe de evaluación de toda la documentación recibida (solicitud de certificación, documentación presentada, acta

de evaluación) con su opinión, que elevara al director del Organismo de Certificador. En caso de que este apruebe el proceso, se procederá a la emisión del certificado correspondiente, en un plazo no mayor a 7 días hábiles.

En el momento de entrega la persona certificada firmará una copia del certificado que se agregara a la correspondiente carpeta de documentación.

La vigencia del certificado es por tres (3) años, para la certificación de aplicadores de pintura, especializados en industria, la certificación tiene una vigencia de cuatro (4) años.

## **2.9 ACTIVIDADES DE VIGILANCIA**

La actividad de vigilancia de las certificaciones se realizara al año y medio (1.5) años para la certificación en protección catódica, dos (2) años para aplicadores de pintura, especializados en industria e inspectores de recubrimientos (pinturas); contados a partir de la entrega del certificado UTP. Para realizarla, el Organismo Certificador evaluará el desempeño de la persona certificada por medio de una encuesta de satisfacción realizada a su empleador, esta podrá realizarse vía correo electrónico o por teléfono dentro del mismo mes candelario en que obtuvo la certificación.

## **2.10 RE-CERTIFICACIÓN**

Al finalizar el periodo de tres (3) años se puede realizar la re-certificación, también por tres años. Para llevarla a cabo, el candidato certificado deberá presentar al Organismo Certificador la siguiente documentación:

- Solicitud de Re-certificación, completa y firmada.
- 1 foto 4x4 para carnet.
- Acreditación mediante constancia escrita expedida por su empleador, de una experiencia mínima Uno y medio (1.5) años de tareas afines a la corrosión y protección catódica, en los últimos 2 años. En el caso de ser autónomo, deberá presentar una declaración jurada de las actividades realizadas con la correspondiente identificación legal de la empresa.

El Organismo de Certificación enviara al Organismo de Calificación Autorizado (OCA) toda la documentación. El OCA evaluara los antecedentes y el caso de aprobación, consignará está en la solicitud de re-certificación presentada. Posteriormente el Organismo de Certificación procederá a la apertura de la orden de trabajo por los aranceles correspondientes.

- Toma de examen de re-certificación: se tomara solamente el examen práctico si lo amerita la evolución de las técnicas y/o los materiales a utilizar.
- A los uno y medio (1.5) años de la re-certificación, se realizara nuevamente la actividad de vigilancia de la misma manera como se indicó anteriormente.
- Si el postulante toma otro Programa de Protección Catódica dentro de un período de tres años, la fecha requerida para su próxima actualización será de tres años a partir de la fecha en que terminó el curso más reciente.

Lo anterior para las certificaciones en protección catódica e inspectores de recubrimientos (pinturas), para la certificación de aplicadores de pintura, especializados en industria se debe cumplir con los siguientes requisitos:

Al finalizar el periodo de 4 (cuatro) años se puede realizar la re-certificación, también por cuatro años. Para llevarla a cabo, el aplicador certificado deberá presentar al Organismo Certificador la siguiente documentación:

- Solicitud de Re-certificación, completa y firmada.
- 1 foto 4x4 para carnet.
- Certificado de aptitud visual.
- Acreditación mediante constancia escrita expedida por su empleador, de una experiencia mínima de 6 meses en tareas afines a la aplicación de pinturas industriales en los últimos 2 años. En el caso de ser autónomo, deberá presentar una declaración jurada de las actividades realizadas con la correspondiente identificación legal de la empresa.



El Organismo de Certificación enviara al Organismo de Calificación Autorizado (OCA) toda la documentación. El OCA evaluara los antecedentes y el caso de aprobación, consignará está en la solicitud de re-certificación presentada. Posteriormente el Organismo de Certificación procederá a la apertura de la orden de trabajo por los aranceles correspondientes.

- Toma de examen de re-certificación: se tomara solamente el examen práctico si lo amerita la evolución de las técnicas y/o los materiales a utilizar.
- A los 2 (dos) años de la re-certificación, se realizara nuevamente la actividad de vigilancia de la misma manera como se indicó anteriormente.

## **2.11 APELACIONES**

En el caso que los candidatos se consideren perjudicados por los resultados o decisiones tomadas en relación al examen o a la certificación y que tenga fundamentos razonables para cuestionarlos, puede presentar una apelación al Organismo Certificador, por medio del organismo de gestión de calidad de la Universidad Tecnológica de Pereira, el cual permite acceder a los diferentes formatos para acciones correctivas, preventivas y de mejoras.<sup>31</sup>

Esta apelación deberá ser presentada formalmente por escrito acompañada de evidencias y será dirigida al director del Organismo Certificador; a continuación se dará inicio a una investigación de las causas que dieron origen a la decisión y/o los resultados que perjudicaron a la persona.

Si la apelación es por resultados de los exámenes, calificaciones, actuaciones del personal certificado o la revisión de la documentación; deberá presentarse en el

---

<sup>31</sup> Manual de calidad, procedimientos documentados ISO 9001 – GP 1000, disponible en:  
<http://www.utp.edu.co/gestioncalidad/documentacion/33/procedimientos-documentados-iso-9001-gp-1000>

Organismo Certificador dentro del plazo de treinta (30) días, a partir de la resolución tomada por el Organismo de Calificación Autorizado.

### **2.12 Quejas y reclamos**

En el caso de que el Organismo Certificado, y/o el Comité Técnico Asesor los recibieran (por escrito mediante un documento formal de quejas y sugerencias), referidos al comportamiento/ desempeño del trabajo de un probador de protección catódica, se procederá analizar el caso en la siguiente reunión del Comité Técnico Asesor.

Donde se decidirá la necesidad de aplicar una sanción de acuerdo a la gravedad del hecho, en sintonía con la graduación de sanciones presentadas en el reglamento de certificación de personas de la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP) vigente.

En el caso de que algún miembro del Comité Técnico Asesor esté involucrado con el reclamo, no participara del tratamiento del mismo para garantizar la objetividad del tratamiento del caso.

Lo visto en el capítulo cuatro se encuentra con mayor detalle en los anexos 1, 2, 3 y 4, los cuales describen los procesos de certificación.

### 3. CONCLUSIONES

- En este trabajo se plantearon, los requisitos mínimos de formación y experiencia que debe tener un candidato a ser certificado en cualquiera de los niveles de protección catódica. Los temarios de los cursos que debe recibir dicho candidato de acuerdo al nivel en el cual se va a certificar, no deben seguir al pie de la letra los aquí esbozados, pueden tener algunas variaciones de acuerdo al centro que imparta la capacitación. El Organismo Certificador debe considerar los exámenes de formación que debe presentar el individuo como la mejor manera de verificar si la formación impartida es acorde a lo exigido por la norma.
- Los procedimientos de certificación para cada uno de los niveles de protección catódica aquí establecidos, están basados en la norma NFR – PEMEX - 047, no son de obligatorio cumplimiento. Estos procedimientos se plantean como una guía para un Organismo Certificador de Personal, el cual puede realizar las variaciones que considere oportunas y necesarias, siempre y cuando se encuentren dentro de los lineamientos que establece la norma y no viole la independencia que deben tener para garantizar la imparcialidad y equidad del proceso de certificación.
- Los procedimientos de las certificaciones y sus niveles se encuentran bajo la norma ISO/IEC 17024:2003, estos procedimientos se planearon como una guía para el organismo certificador de personas, el cual puede realizar cambios que considere necesarios, siempre y cuando se encuentren dentro de los lineamientos de la norma.
- En el presente trabajo se elaboró un sistema de evaluación, el cual se desarrolla en dos etapas (teórica y práctica). El contenido de estos exámenes debe ser desarrollado por personal calificado que haga parte de

Organismo de Calificación Autorizado (OCA), debe cumplir con los contenidos de las normas de referencia, garantizar la imparcialidad con respecto a cada candidato y mantener actualizado el banco de preguntas, tomando además las medidas necesarias para garantizar su integridad y confidencialidad.

#### **4. RECOMENDACIONES**

- El proceso de certificación de personal en protección catódica, debe hacerse de manera cuidadosa y responsable, dado que el Organismo que certifica a un individuo en cualquiera de los niveles de la certificación, es quien debe afrontar las consecuencias de las actuaciones erróneas que realice el individuo, ya sea por mal manejo de los equipos e instrumentos de inspección, como por el desconocimiento del método, técnicas o sistemas de inspección.
- El Organismo certificador de Personal, debe ser muy cuidadoso en la manipulación de la información suministrada por el candidato, ya que debe establecer los filtros necesarios para comprobar la veracidad de la información manipulada.
- Se puede elaborar un enlace virtual que permita a los candidatos y empresas acceder a la información de las diferentes certificaciones y diligenciar virtualmente los formatos de solicitud.
- Se puede desarrollar un enlace virtual que permita a las empresas que acceden a los servicios de las personas certificadas por la Universidad Tecnológica de Pereira (CECEND), verificar la veracidad de dichas certificaciones.
- El comité de evaluación del Organismo Certificador de Personal, deberá estar muy atento en todo lo referente a la calificación y preparación de exámenes de certificación para los niveles, ya que debe ser este comité el que se encargue de diseñar las preguntas, procedimientos como de las diferentes normas aplicables para cada proceso.

- La base del éxito del Organismo Certificador es tener un archivo, organizado y actualizado; por ello se hace tan importante hacerle un seguimiento a los registros que se lleven tanto de los individuos certificados como de los evaluadores adscritos al Organismo.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] HERNÁN MESA GRAJALES, Dairo. Principios de tribología con énfasis en desgaste. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, 2007, p.176-177.
- [2] ENGINZONE, la zona de la ingeniería, disponible en: <http://www.enginzone.cl/astm/astm-international-diplomado-en-diseno-de-proteccion-catodica-galvanica-e-impres-para-activos-metalicos-sumergidos-y-enterrados/>
- [3] NACE INTERNACIONAL. VAN HUNNIK, Eric, et al. The Formation of Protective Fe<sub>3</sub>Co<sub>2</sub> Corrosion Product Layers in CO Corrosion. En *CORROSION* 96. NACE International, 1996. Disponible en: <http://www.nace.org/home.aspx>
- [4] SELECCIÓN DE MATERIALES Y PREVENCIÓN DE LA CORROSIÓN, Roberge, P. (2012). *Handbook of Corrosion Engineering 2/E*. McGraw Hill Professional.
- [5] BARAJAS, Arturo. TIPOS DE RECUBRIMIENTOS, disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos85/tipos-recubrimientos/tipos-recubrimientos.shtml>
- [6] FRÍAS, Judith Pamela, GONZÁLEZ ORTEGA, Renée Paulina y SÁNCHEZ SALAS, Cynthia Angélica. (Mayo del 2010) . LA CORROSIÓN EN LOS MATERIALES, disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos82/corrosion-materiales/corrosion-materiales2.shtml>
- [7] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Manual para las pequeñas empresas ISO 9001:2000, Icontec.

[8] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Norma Técnica Colombiana NTC – ISO/IEC 17024, ICONTEC, 2003.

[9] ACUERDO N° 14, NUEVA ESTRUCTURA ORGANICA, Universidad Tecnológica de Pereira.

[10] HIJES León, F. C. G., y Lorente, D. J. A. (2004). *Manual básico de corrosión para ingenieros*. EDITUM.

CAPITULO II FUNDAMENTOS BÁSICOS DE PROTECCIÓN CATODICA, disponible en:  
[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/mgd/hernandez\\_m\\_js/capitulo2.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mgd/hernandez_m_js/capitulo2.pdf)

[11] SALAZAR Ricardo, PINZÓN Manuel, PALACIOS Antonio, Memorias curso de ensayos no destructivos en ultrasonido y gammagrafía nivel I. (marzo 25 de 2006).

[12] AMERICAN SOCIETY OF MATERIALS, ASM Handbook. Nondestructive Evaluation and Quality Control. Vol. 17. ASM Handbook committee 1992.

[13] CIP PROGRAMA DE CERTIFICACIÓN PARA INSPECTORES DE RECUBRIMIENTOS, NACE Internacional, manual estudiantes.

[14] THE COATINGS SOCIETY, disponible en: <http://www.sspc.org/>

[15] INTRODUCCIÓN AL MONITOREO DE CORROSIÓN, disponible en: [http://www.alspi.com/spanish/corrosion%20monitoring%20\(spanish\).pdf](http://www.alspi.com/spanish/corrosion%20monitoring%20(spanish).pdf)

[16] GIRÓN CALLEJAS, René Oswaldo, Protección catódica y su aplicación en tanques de almacenamiento de productos petroleros en plantas guatemaltecas.



Guatemala, Agosto de 2005. Universidad San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. Escuela De Ingeniería Mecánica Eléctrica.

[17] AGUILAR, R., y ORLANDO, M. (2012). *PROTECCION CATODICA CON ANODOS DE SACRIFICIO PARA PLATAFORMAS MARINAS* (Doctoral dissertation). PEMEX, disponible en: [http://www.pemex.com/Paginas/default.aspx#.VNpEHPmG\\_D4](http://www.pemex.com/Paginas/default.aspx#.VNpEHPmG_D4)

[18] LA SERIE GALVÁNICA, disponible en: [http://www.upv.es/materiales/Fcm/Fcm12/pfcm12\\_2\\_3.html](http://www.upv.es/materiales/Fcm/Fcm12/pfcm12_2_3.html)

[19] ALBORNOZ, Mario. Política científica y tecnológica en Argentina. *Globalización, Ciencia y Tecnología*, 2004, p. 81-92. INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL, disponible en: <http://www.inti.gob.ar>

[20] CARRILLO VACA, Maritza del Pilar. Diseño de un Manual de Calidad basado en la norma ISO 15189 para el laboratorio clínico del Hospital Andino Alternativo de Chimborazo. 2014. MANUAL DE CALIDAD, procedimientos documentados ISO 9001 – GP 1000, disponible en: <http://www.utp.edu.co/gestioncalidad/documentacion/33/procedimientos-documentados-iso-9001-gp-1000>

[21] SELECCIÓN DE MATERIALES Y PREVENCIÓN DE LA CORROSIÓN, MUNGER, C. G., & VINCENT, L. D. (1999). CORROSION PREVENTION BY PROTECTIVE COATINGS.



## **ANEXOS**

**ANEXO 1**  
**MANUAL GENERAL DE CERTIFICACIÓN DE PERSONAS**

## 0. ÍNDICE

### 0. Índice

#### 1. Introducción

- 1.1 Alcance
- 1.2 Entidad legal
- 1.3 Referencias Normativas
- 1.4 Vocabulario para interpretación de reglamento
- 1.5 Generalidades

#### 2. Responsabilidades

- 2.1 Del organismo de certificación
- 2.2 Del Comité Técnico Asesor
- 2.3 De los Organismos Calificadores Autorizados
- 2.4 Del solicitante

#### 3. Condiciones generales para la utilización del Certificado de Conformidad

#### 4. Sanciones

#### 5. Vigilancia

#### 6. Quejas y apelaciones

#### 7. Confidencialidad

#### 8. Flujograma jerárquico

#### 9. Descripción del proceso de certificación de personas

#### 10. Certificación en protección catódica

- 10.1 Objetivo nivel 1
- 10.2 Objetivo nivel 2
- 10.3 Destinatarios nivel 1
- 10.4 Destinatarios nivel 2
- 10.5 Normativa aplicable
- 10.6 Integración y funcionamiento del CTA

#### 11. Certificación de aplicadores de pintura especializados en industria

- 11.1 Objetivo
- 11.2 Destinatarios
- 11.3 Normativa aplicable
- 11.4 Integración y funcionamiento del CTA

#### 12. Certificación de inspectores de recubrimientos

- 12.1 Objetivo nivel 1
- 12.2 Objetivo nivel 2
- 12.3 Destinatarios nivel 1
- 12.4 Destinatarios nivel 2
- 12.5 Normativa aplicable
- 12.6 Integración y funcionamiento del CTA

#### 13. Diagrama de flujo de certificación de personas

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Alcance

El presente reglamento define las bases mediante las cuales el organismo de certificación de la Universidad Tecnológica de Pereira, opera como tercera parte independiente, para otorgar la certificación a personas de acuerdo a normativas nacionales, internacionales o protocolos específicos (Norma ISO/IEC 17024).

Este reglamento está organizado de la siguiente manera:

- Parte General, donde se describe las pautas generales del proceso de certificación de personas.
- Certificaciones específicas, en las cuales se detallan para cada uno de los procesos de certificación de personas: la normatividad específica aplicable, la conformación del Comité Técnico Asesor, la modalidad de funcionamiento del mismo y el perfil de los solicitantes.

### 1.2 Entidad Legal

La Universidad Tecnológica de Pereira, por medio de la Vicerrectoría de Investigaciones, Innovación y Extensión, y la Facultad de Ingeniería Mecánica cuentan con Centro de Estudios y Consultoría en Ensayos no Destructivos y Resistencia de Materiales (CECEND), formado en mayo del año 2005.

<b>Nombre</b>	Centro de Estudios y Consultoría en Ensayos no Destructivos y Resistencia de Materiales (CECEND)
<b>Año y mes de formación</b>	2005 – 5
<b>Departamento y ciudad</b>	Risaralda Pereira
<b>Ubicación</b>	Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ingeniería Mecánica
<b>Líder</b>	Manuel Pinzón Candelario
<b>Página web</b>	<a href="http://www.utp.edu.co/gestioncalidad/laboratorios/21/laboratorio-de-ensayos-no-destructivos">http://www.utp.edu.co/gestioncalidad/laboratorios/21/laboratorio-de-ensayos-no-destructivos</a>
<b>E-mail</b>	candelario@utp.edu.co
<b>Clasificación</b>	C
<b>Área de conocimiento</b>	Ingeniería Tecnología – Ingeniería Mecánica
<b>Programa nacional de ciencia y tecnología</b>	Desarrollo tecnológico e innovación industrial

### 1.3 Referencias normativas

Las siguientes normas son utilizadas como referencias en el proceso de certificación de personas:

- Norma ISO/IEC 17024: versión vigente
- IAF Guidance on application of ISO/IEC 17024

#### 1.4 Vocabulario para la interpretación del reglamento:

- UTP: Universidad Tecnológica de Pereira.
- CECEND: Centro de Estudios y Consultorías en Ensayos No Destructivos y Resistencia de Materiales.
- Proceso de certificación: todas las actividades mediante las que un organismo de certificación establece que una persona cumple con los requisitos de certificación, lo que incluye la solicitud, la evaluación, la decisión sobre la certificación, la vigilancia, la renovación y/o re-certificación, el uso de certificados y logotipos y marcas.
- Certificado de conformidad: documento escrito que asegura que la persona ha sido evaluada y calificada según los requisitos de la norma o documento técnico, emitido según las cláusulas del presente reglamento.
- Comité certificador: comité integrado por miembros de nivel gerencial de la UTP, miembros de la Facultad de Mecánica y miembros de CECEND, responsables por la emisión, suspensión y cancelación de la certificación.
- CTA: Comité Técnico Asesor. Es el llamado comité del esquema para la norma ISO/IEC 17024. Comité responsable del desarrollo y mantenimiento del protocolo o instructivo para cada tipo de certificación que se esté considerando. Debe representar en forma equitativa y sin favoritismos los intereses de todas las partes significativamente involucradas en el esquema de certificación, sin que predomine ningún interés particular. Se conforma con dos tipos de integrantes:
  - Los que asisten a las reuniones con voz y voto.
  - los que no pueden asistir a las reuniones en forma permanente, con voz y sin voto. En ese caso aplicara igualmente el compromiso de confidencialidad; las propuestas y comentarios de los temas en discusión o a discutir en la siguiente reunión serán enviados vía mail, siendo leídos en la misma en forma textual para su consideración.
- OCA: Organismo de Calificación Autorizado. Organismo conformado por profesionales competentes autorizados para llevar a cabo la evaluación teórica y práctica de los postulantes y su posterior calificación, conforme a los criterios fijados en los protocolos, normas e instructivos según corresponda, consensuados y aprobados por el Comité Técnico Asesor.
- Instructivos de certificación: documento que reúne los requisitos específicos de un proceso en particular de certificación de personas, así como el desarrollo del mismo, incluidas las modalidades de examen, de vigilancia, renovación y/o re-certificación, que tiene de base una norma nacional o internacional.
- Protocolo de Certificación: documento que reúne los requisitos específicos de un proceso en particular de certificación de personas, así como el desarrollo de mismo, incluidas las modalidades de examen, de vigilancia, renovación y/o re-certificación, que tiene de base

un esquema de certificación diseñado y un esquema de certificación diseñado y aprobado en el marco del Comité Técnico Asesor correspondiente, la Facultad de Ingeniería Mecánica y la Vicerrectoría de Investigación, Innovación y Extensión de la UTP.

### 1.5 Generalidades

- El organismo de certificación realiza la gestión para otorgar la certificación de conformidad, materializada a través de un certificado, bajo normas nacionales, internacionales, o un protocolo específico de certificación, con el objeto de brindar el aval UTP como parte independiente.
- El organismo de certificación gestiona la actividad de certificación, que incluye todos los procedimientos necesarios para formar y demostrar que una persona posee competencias específicas, y para ello cuenta como la asistencia a entidades calificadoras debidamente autorizadas.
- El organismo certificador evalúa la documentación e informes emitidos por los organismos calificadores que realizan la calificación de la persona y otorga el certificado.

## 2. RESPONSABILIDADES

### 2.1 Del Organismo Certificador

**2.1.1** Promover y mantener el esquema de certificación de personas, según lo establecido en las normas aplicables u otros documentos normativos.

**2.1.2** Administrar los procedimientos y actividades propios de cada esquema de certificación, incluido el código de ética, que reúnan los requisitos establecidos.

**2.1.3** Implementar las acciones aplicables que correspondan tanto a los miembros del comité técnico asesor, a las entidades u organismo de calificación autorizados, como así también a los poseedores de los certificados emitidos por este organismo.

**2.1.4** Podrá delegar, bajo su directa responsabilidad la administración de los procedimientos de calificación a otras organizaciones, las que actuarán como entidades calificadoras.

**2.1.5** Implementar las decisiones tomadas por el CTA, incluyendo requisitos técnicos y administrativos.

**2.1.6** Realizar la emisión, mantenimiento, ampliación, reducción y renovación de los certificados, y mantener actualizados los registros de personas certificadas.

**2.1.7** Notificar al CTA de cualquier cambio en los requisitos para la certificación. Una vez aprobados por el Comité Técnico Asesor, el organismo certificador deberá informar a las partes interesadas y a las personas certificadas.



## **2.2 Del Comité Técnico Asesor**

**2.2.1** Definir y establecer políticas y procedimientos para desarrollar y mantener los procesos de certificación de personas y constituirse como expertos técnicos del organismo certificador.

**2.2.2** Respaldar las actividades de renovación de la certificación, proponiendo la frecuencia y el contenido de la misma.

**2.2.3** Revisar y validar los esquemas de certificación.

**2.2.4** Aprobar los bancos de preguntas, y las probetas de exámenes (cuando corresponda) durante la auditoria inicial que se realiza a los OCAs, y cada vez que posteriormente se requiera, como resultado de su ampliación, modificación o reemplazo.

**2.2.5** Establecer el método para realizar la vigilancia y el mantenimiento de las certificaciones emitidas y sus frecuencias.

**2.2.6** Supervisar la documentación general en los procesos de certificación.

**2.2.7** Recibir y analizar las quejas y apelaciones presentadas, además proponer su resolución al organismo de certificación.

**2.2.8** Proponer la incorporación de nuevos alcances, sectores industriales, o sectores productivos para los procesos de certificación ya en funcionamiento.

**2.2.9** Tratar las solicitudes presentadas por interesados para participar en el CTA, en las reuniones programadas para que luego el organismo certificador comunique la decisión al solicitante.

## **2.3 De los Organismos Calificadores Autorizados**

**2.3.1** Trabajar bajo el control del organismo certificador.

**2.3.2** Asegurar su imparcialidad con respecto a cada individuo que solicita la certificación, llevando a conocimiento de organismo certificador cualquier situación o potencial de amenaza a su imparcialidad.

**2.3.3** Aplicar un sistema de gestión de la calidad, documentado a todas las actividades relacionadas con su tarea como Organismo de calificación, aprobado por el organismo certificador.

**2.3.4** Tener los recursos y la experiencia necesaria para establecer, monitorear los exámenes.

**2.3.5** Preparar y supervisar exámenes bajo la responsabilidad de un examinador autorizado por el organismo certificador.

**2.3.6** Mantener actualizados los bancos de preguntas, tomando además las medidas necesarias para garantizar su integridad y confidencialidad.

**2.3.7** Mantener archivos apropiados acorde a los requerimientos del organismo certificador.

**2.3.8** Resguardar la integridad de las probetas de examen, como así también la especificación técnica (descripción) de las mismas.

## **2.4 Del solicitante**

**2.4.1** No haber mantenido litigios con la UTP o con el organismo de certificación de la UTP, por diferencias éticas o técnicas, por incumplimiento de contratos o prestación de servicios, o mantener deudas pendientes con algunos de los mencionados organismos.

**2.4.2** Presentar toda la documentación requerida por el organismo certificador, que acredite la formación recibida, experiencia laboral, requisitos específicos de cada proceso de certificación de personas, y toda información que considere necesaria el organismo certificador, contemplada en el protocolo o instructivo de certificación específico.

**2.4.3** Asumir todos los gastos relacionados con el proceso de certificación (preparación, costos administrativos, de los exámenes de calificación, costos de las probetas de ser necesario y los viáticos de los evaluadores cuando corresponda), en la forma que indique el organismo certificador de la UTP.

**2.4.4** Cumplir con las disposiciones pertinentes del esquema de certificación bajo el cual es certificado en sus competencias.

**2.4.5** No utilizar el certificado ni el carnet personal emitido, de forma tal que desacredite el organismo certificador, o realizando alguna declaración que resulte engañosa.

**2.4.6** Cumplir con el código de ética específico de su proceso de certificación y las condiciones de uso del certificado según consta el presente reglamento.

**2.4.7** Devolver al organismo certificador el certificado original entregado por este, en caso de suspensión o cancelación de la certificación.

**2.4.8** Informar al organismo de certificación de la UTP todo tipo de quejas que pudiese recibir en relación a su desempeño dentro del alcance de sus competencias laborales, garantizadas por el organismo certificador.

**Nota:** los diferentes formatos para acciones correctivas, preventivas, mejoras y auditorías internas, se encuentra en la página web del organismo de gestión de calidad de la UTP.

<http://www.utp.edu.co/gestioncalidad/documentacion/33/procedimientos-documentados-iso-9001-gp-1000>

### 3. CONDICIONES GENERALES PARA EL USO DEL CERTIFICADO DE CONFORMIDAD

**3.1** La persona certificada, titular de su certificado, reconoce sin reservas de ningún tipo, el derecho del organismo certificador de la UTP sobre el mismo, y que resulta privativo de este la suspensión y/o cancelación de uso, bajo las circunstancias que surgen del presente reglamento.

**3.2** El titular de la certificación se compromete a utilizar el certificado solo para el alcance indicado en el mismo.

**3.3** El organismo de certificación de la UTP será informado por el titular de la certificación, por escrito y sin demoras sobre cambios de domicilio particular y/o laboral, de lugar de trabajo cuando trabaje en relación de dependencia, de vías de comunicación y de condiciones de salud que afecten su competencia laboral de forma permanente o semipermanente.

**3.4** En caso de suspensión y/o cancelación del certificado el titular del mismo se verá obligado a no continuar utilizando la certificación otorgada.

**3.5** Toda adulteración o mal uso del certificado de conformidad o del carnet personal emitido, conducirá a la cancelación de la certificación.

**3.6** El titular de la certificación podrá efectuar quejas o apelaciones en el organismo certificador que posteriormente serán tratadas por el CTA y resueltas por dicho organismo.

**3.7** El organismo de certificación podrá, de estimarlo conveniente, publicar las sanciones que se impongan.

### 4. SANCIONES

El incumplimiento de lo impuesto en el presente reglamento de certificación de personas y/o la violación de las condiciones de uso del certificado, dará lugar a la aplicación de sanciones.

**4.1** La aplicación de sanciones/suspensiones/cancelaciones serán tratadas en el CTA y resueltas por el organismo certificador.

**4.2** Las sanciones y/o acciones cuya aplicación está prevista, son las siguientes:

**4.2.1** Apercibimiento, consiste en una comunicación formal y documentada, mediante la cual se lo intima a la persona certificada, al cumplimiento de las disposiciones, reglamento de certificación de personas y del contrato (ordenes de trabajo).

**4.2.2** Suspensión por tiempo determinado de la certificación otorgada, con clara especificación por escrito de las causas que dieron lugar a la aplicación de la sanción.

**4.2.3** Cancelación de la certificación otorgada, con clara especificación por escrito de las causas que dieron lugar a la aplicación de la sanción.

**4.3** Las sanciones también serán aplicables para los casos de violaciones al código de ética, o sanciones aplicadas por autoridades competentes por incumplimiento de leyes comerciales o fiscales.

**4.4** La aplicación de las sanciones de “suspensión por tiempo determinado” y la “cancelación”, podrán ser extendidas a otra o a todas las certificaciones otorgadas a la misma persona, si obedecen a lo especificado en el punto anterior.

**4.5** La persona certificada tendrá derecho a presentar por escrito una apelación ante el organismo de certificación, tanto para discutir las sanciones que fueran impuestas, como para demostrar que las causas que les dieron origen fueron solucionadas en tiempo y forma.

**4.6** La persona certificada no podrá continuar usando los certificados, mientras el CTA y el organismo certificador analizan la apelación que haya presentado, o acepte el levantamiento de las no conformidades, y hasta que el organismo certificador no extienda por escrito la autorización pertinente.

## 5. VIGILANCIA

De acuerdo a lo solicitado en cada esquema de certificación, la persona certificada deberá cumplir con los requisitos específicos de su actividad de vigilancia para la verificación del mantenimiento de su competencia.

## 6. QUEJAS Y APELACIONES

La certificación extendida por el organismo no implicará para este, responsabilidad de ningún tipo por reclamos referidos a pérdida, gastos o daño, incluyendo aranceles legales que surjan del mal uso del certificado o por violación de los términos y condiciones del compromiso asumido por la persona certificada con aceptación del código de ética.

**6.1** Para el caso en que un candidato, una persona certificada, o un tercero involucrado considere necesario efectuar algún tipo de queja ante el organismo, lo podrá realizar verbalmente o por

escrito, mediante el formulario – Recepción de quejas y sugerencias - del organismo certificador, disponible en la Facultad de Ingeniería de la UTP.

**6.2** En el caso que la persona se considere perjudicada por los resultados o decisiones tomadas en relación al examen o a la certificación, y que tenga fundamentos razonables para cuestionarlos, puede presentar una apelación al organismo certificador.

**6.2.1** Esta apelación deberá ser presentada formalmente por escrito acompañada de evidencias y será dirigida al director del organismo de certificación. A continuación se iniciará una investigación de las causas que dieron origen a la decisión y/o los resultados que perjudicaron a la persona.

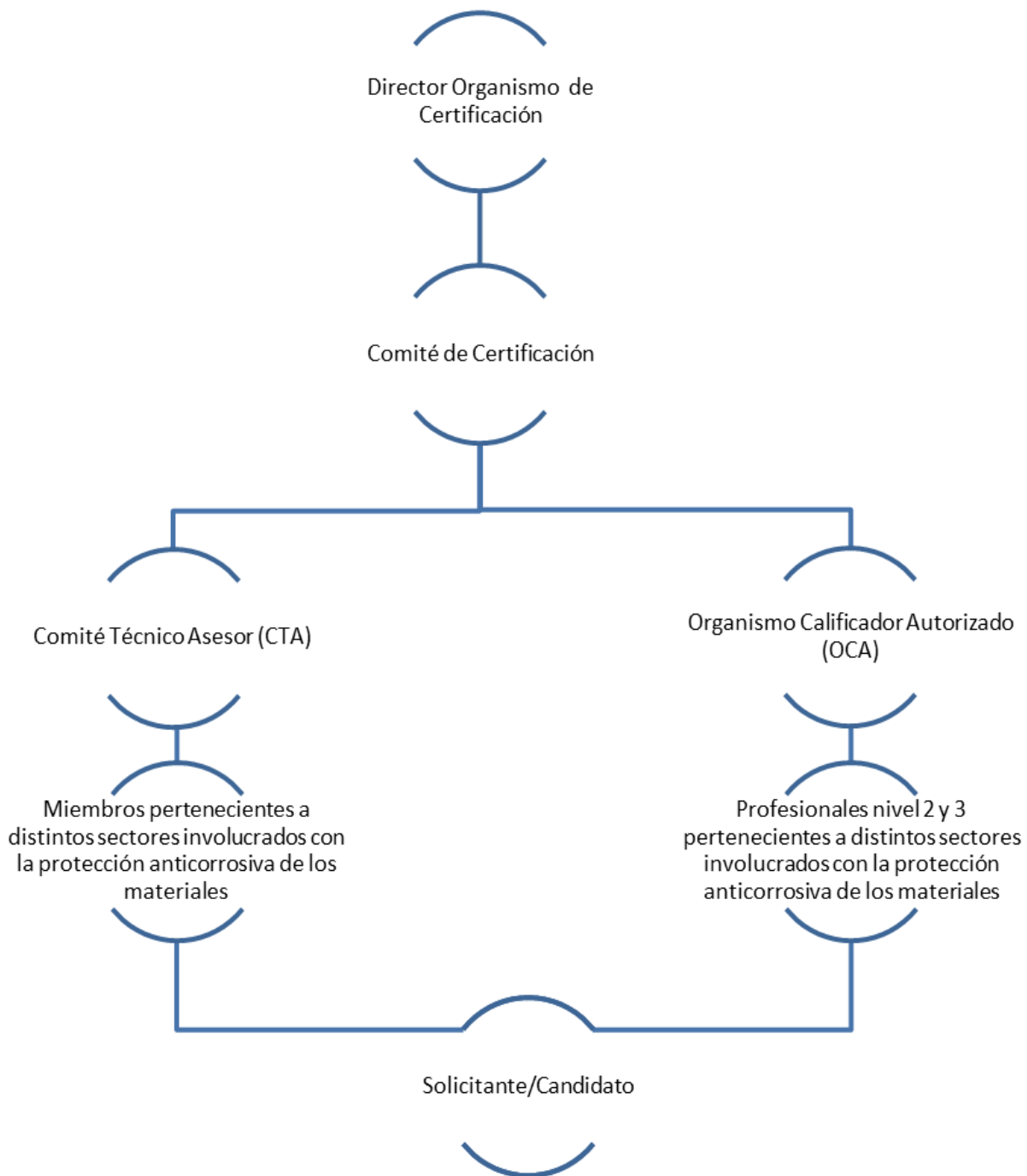
**6.2.2** Si la apelación es por los resultados de los exámenes, calificaciones, o actuaciones del personal certificado o la revisión de la documentación; deberá presentarse en el organismo certificador dentro del plazo de treinta (30) días, a partir de la resolución tomada por el OCA.

**6.3** El organismo certificador presentará ante el CTA las quejas y/o apelaciones recibidas junto con los documentos necesarios para que este analice y proponga una resolución al organismo certificador. El organismo certificador se reunirá y comunicará dentro de los treinta (30) días posteriores a la intervención del CTA al candidato, la decisión tomada.

## 7. CONFIDENCIALIDAD

**7.1** El organismo de certificación se compromete a no publicar los exámenes de calificación, ni dar a conocer sus resultados a terceras personas no autorizadas por el candidato. **7.2** Todo el personal del organismo certificador, de los OCAs y los integrantes del CTA se compromete a cumplir con el compromiso de confiabilidad en todo lo que respecta a los procesos de certificación. **7.3** El personal CECEND, en el desempeño de sus funciones y en relación a la imparcialidad, objetividad y confidencialidad, se rige por la Ley 909 de 2004 (septiembre 23) por la cual se expiden normas que regulan el empleo público, la carrera administrativa, gerencia pública y se dictan otras disposiciones; además el CECEND rige bajo la norma ISO/IEC 17024: vigente.

## 8. FLUJOGRAMA JERÁRQUICO



## 9. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CERTIFICACIÓN

Fase	Actividad	Acciones	Documentos de referencia	Responsabilidad
Apertura de procesos de certificación	Contacto inicial	Presentación realizada por el candidato para iniciar el proceso de certificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protocolo de certificación.</li> <li>- Programa de conocimientos obligatorios.</li> <li>- Código de Ética.</li> <li>- Reglamento de certificación de personas.</li> <li>- Solicitud de certificación.</li> </ul>	Organismo de Certificación
	Evaluación de antecedentes	Análisis de los documentos presentados por el postulante para evaluar factibilidad de su presentación al proceso de certificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solicitud de certificación.</li> <li>- Documento requerido al solicitante.</li> </ul>	Organismo de Certificación y Organismo de Calificación Autorizado
	Presupuesto	Elaborar el presupuesto según el proceso de certificación, la cantidad de personas a certificar y el lugar donde se tomaran los exámenes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presupuesto escrito.</li> </ul>	Organismo de Certificación
	Apertura de la orden de trabajo	Pago de los aranceles correspondientes según el presupuestó	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Orden de trabajo.</li> </ul>	Organismo de Certificación
	Comunicación de fecha de exámenes	Se envía vía mail al postulante con las fechas de los exámenes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calendario anual de exámenes (cuando corresponda según el proceso)</li> </ul>	Organismo de Calificación Autorizado
Evaluación	Exámenes escritos/orales y/o prácticos	Realización de exámenes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acta de evaluación</li> </ul>	Organismo de calificación autorizado
Emisión de certificados	Evaluación de la documentación	Análisis de documentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solicitud de evaluación</li> <li>- Acta e evaluación</li> </ul>	Organismo de Certificación
	Emisión del certificado	Emisión de certificado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resumen de datos (cuando corresponda)</li> </ul>	

Vigilancia	Verificación de competencias	Presentación de evidencias y/o certificados según, el proceso de certificación	- Informe de vigilancia	Organismo de Certificación
Renovación	Apertura de orden de trabajo	- Presentación de solicitud - Renovación - Presentación de evidencias y/o certificados - Pago de los aranceles correspondientes	- Solicitud de renovación - Informe de vigilancia	Organismo de Certificación
Re-Certificación	Apertura de orden de trabajo	- Presentación de solicitud de re-certificación - Pago de los aranceles	- Solicitud de Re-certificación - Informe de vigilancia	Organismo de Certificación

## 10. CERTIFICACIÓN EN PROTECCIÓN CATÓDICA

### 10.1 Objetivo certificación nivel 1

Calificar y certificar a personas con las competencias necesarias para realizar diseños básicos, monitoreo y mantenimiento de un sistema de protección catódica a fines de facilitar el acceso de estas personas a los sectores industriales u otras organizaciones que requieran sus servicios.

### 10.2 Objetivo certificación nivel 2

Calificar y certificar a personas para identificar, supervisar y mantener los parámetros de protección catódica, lo cual permita una eficiente protección anticorrosiva. Promover la formación continua de las personas y garantizar sus competencias.

### 10.3 Destinatarios Nivel 1

Todas las personas que quieren tener un mejor entendimiento de la protección catódica incluyendo ingenieros, técnicos, inspectores y cualquiera con la habilidad para hacer cálculos necesarios simples (álgebra básica, fraccionarios y conversiones).

### 10.4 Destinatarios Nivel 2

Todas las personas que quiera aumentar sus conocimientos en protección catódica y que tenga activa la certificación como probador de protección catódica nivel 1.



### 10.5 Normativa aplicable

Protocolo/instructivo de certificación en protección catódica, versión vigente.

### 10.6 Integración y funcionamiento del CTA

El CTA para ambos niveles está integrado por miembros pertenecientes a distintos sectores involucrados con la protección anticorrosiva de los materiales.

Sector 1: Empresas enfocadas a la protección de materiales

Sector 2: Empresas usuarias

Sector 3: Prestadores de servicios de protección anticorrosiva

Sector 4: Entidades gubernamentales, cámaras, fundaciones, universidades, escuelas técnicas, etc.

Sector 5: Proveedores de equipos

Sector 6: Profesionales independientes (aplicadores con experiencia en corrosión, inspectores niveles 2 y 3, probadores de protección catódica, etc.)

Sector 7: Organismo de certificación dentro del sistema de certificación UTP

**10.4.1** En forma anual una convocatoria masiva invitando a nuevos interesados a participar en CTA y/o confirmando la participación de los miembros iniciales.

**10.4.2** No se establece límites para la cantidad de personas que participen en cada sector. Dentro de cada sector no habrá titulares ni suplentes y cuando se presente una votación se tomará en cuenta un solo voto por sector.

**10.4.3** Las decisiones se tomaran en primera instancia en consenso entre los presentes en el día de la reunión, o por comentarios en forma electrónica. Si no se logra un consenso se procederá a votación.

**10.4.4** El quórum se da por mayoría, donde deben estar presentes al menos un representante de cada sector.

**10.4.5** Todas las discusiones que susciten en el ámbito del Comité Técnico Asesor tendrán carácter estrictamente confidencial.

**10.4.6** El Comité Técnico Asesor se reunirá como mínimo tres (3) veces al año y en forma extraordinaria cuando se requiera. En cada reunión debe estar presente mínimo un miembro del organismo certificador.

**10.4.7** En cada reunión se realizara un acta, encargándose el organismo certificador de su redacción, cuya aprobación se considerará en la reunión siguiente.

## 11. CERTIFICACIÓN DE APLICADORES DE PINTURA ESPECIALIZADOS EN INDUSTRIA

### 11.1 Objetivo

Calificar y certificar a personas como aplicadores especializados en industria, garantizar sus competencias, promover la formación continua de las personas y facilitar el acceso a los sectores industriales u otras organizaciones que requieran sus servicios.

### 11.2 Destinatarios

Técnicos en tareas a fines en aplicación de pinturas que operen equipos con chorro abrasivo y aplicadores de recubrimientos con métodos de aspersión; con experiencia mínima de seis (6) meses.

### 11.3 Normativa aplicable

Protocolo/instructivo de certificación de aplicadores de recubrimientos en industria, versión vigente.

### 11.4 Integración y funcionamiento del CTA

El CTA está integrado por miembros pertenecientes a distintos sectores involucrados con la aplicación de pinturas en la industria.

Sector 1: Fabricantes y proveedores de pinturas

Sector 2: Empresas usuarias

Sector 3: Prestadores de servicios de aplicación

Sector 4: Entidades gubernamentales, cámaras, fundaciones, universidades, escuelas técnicas, etc.

Sector 5: Proveedores para equipos de aplicación de pintura

Sector 6: Profesionales independientes (aplicadores, inspectores, etc)

Sector 7: Organismo de certificación dentro del sistema de certificación UTP

**11.4.1** En forma anual una convocatoria masiva invitando a nuevos interesados a participar en CTA y/o confirmando la participación de los miembros iniciales.

**11.4.2** No se establece límites para la cantidad de personas que participen en cada sector. Dentro de cada sector no habrá titulares ni suplentes y cuando se presente una votación se tomará en cuenta un solo voto por sector.

**11.4.3** Las decisiones se tomarán en primera instancia en consenso entre los presentes en el día de la reunión, o por comentarios en forma electrónica. Si no se logra un consenso se procederá a votación.

**11.4.4** El quórum se da por mayoría, donde deben estar presentes al menos un representante de cada sector.

**11.4.5** Todas las discusiones que susciten en el ámbito del Comité Técnico Asesor tendrán carácter estrictamente confidencial.

**11.4.6** El Comité Técnico Asesor se reunirá como mínimo tres (3) veces al año y en forma extraordinaria cuando se requiera. En cada reunión debe estar presente mínimo un miembro del organismo certificador.

**11.4.7** En cada reunión se realizara un acta, encargándose el organismo certificador de su redacción, cuya aprobación se considerará en la reunión siguiente.

## 12. CERTIFICACIÓN DE INSPECTORES DE RECUBRIMIENTOS

### 12.1 Objetivo certificación nivel 1

Calificar y certificar a personas para realizar una inspección básica de recubrimientos de acero estructural utilizando instrumentos y técnicas no destructivas bajo supervisión. Promover el acceso de estas personas a los sectores industriales u otras organizaciones que requieran sus servicios.

### 12.2 Objetivo certificación nivel 2

Calificar y certificar a personas para realizar una inspección avanzada de recubrimientos utilizando instrumentos y técnicas no destructivas y destructivas. Promover la formación continua de las personas y garantizar sus competencias.

### 12.3 Destinatarios Nivel 1

Todas las personas que quieren tener un mejor entendimiento de la ampliación e inspección de recubrimientos incluyendo a los ingenieros de proyectos, gerentes de aseguramiento de calidad, contratistas, representantes de venta, blasters, aplicadores de pintura y personal de mantenimiento.

### 12.4 Destinatarios Nivel 2

Todas las personas que quiera aumentar sus conocimientos en inspección de recubrimientos y que tenga activa la certificación como inspector nivel 1.

### 12.5 Normativa aplicable

Protocolo/instructivo de certificación inspección de recubrimientos, versión vigente.

### 12.4 Integración y funcionamiento del CTA

El CTA para ambos niveles está integrado por miembros pertenecientes a distintos sectores involucrados con la aplicación e inspección de recubrimientos.

Sector 1: Fabricantes y proveedores de pinturas

Sector 2: Empresas enfocadas a la protección de materiales

Sector 3: Prestadores de servicios de aplicación e inspección

Sector 4: Entidades gubernamentales, cámaras, fundaciones, universidades, escuelas técnicas, etc.

Sector 5: Proveedores para equipos de aplicación de pintura

Sector 6: Profesionales independientes (aplicadores con experiencia en corrosión, inspectores niveles 2 y 3, etc.)

Sector 7: Organismo de certificación dentro del sistema de certificación UTP

**12.4.1** En forma anual una convocatoria masiva invitando a nuevos interesados a participar en CTA y/o confirmando la participación de los miembros iniciales.

**12.4.2** No se establece límites para la cantidad de personas que participen en cada sector. Dentro de cada sector no habrá titulares ni suplentes y cuando se presente una votación se tomará en cuenta un solo voto por sector.

**12.4.3** Las decisiones se tomaran en primera instancia en consenso entre los presentes en el día de la reunión, o por comentarios en forma electrónica. Si no se logra un consenso se procederá a votación.

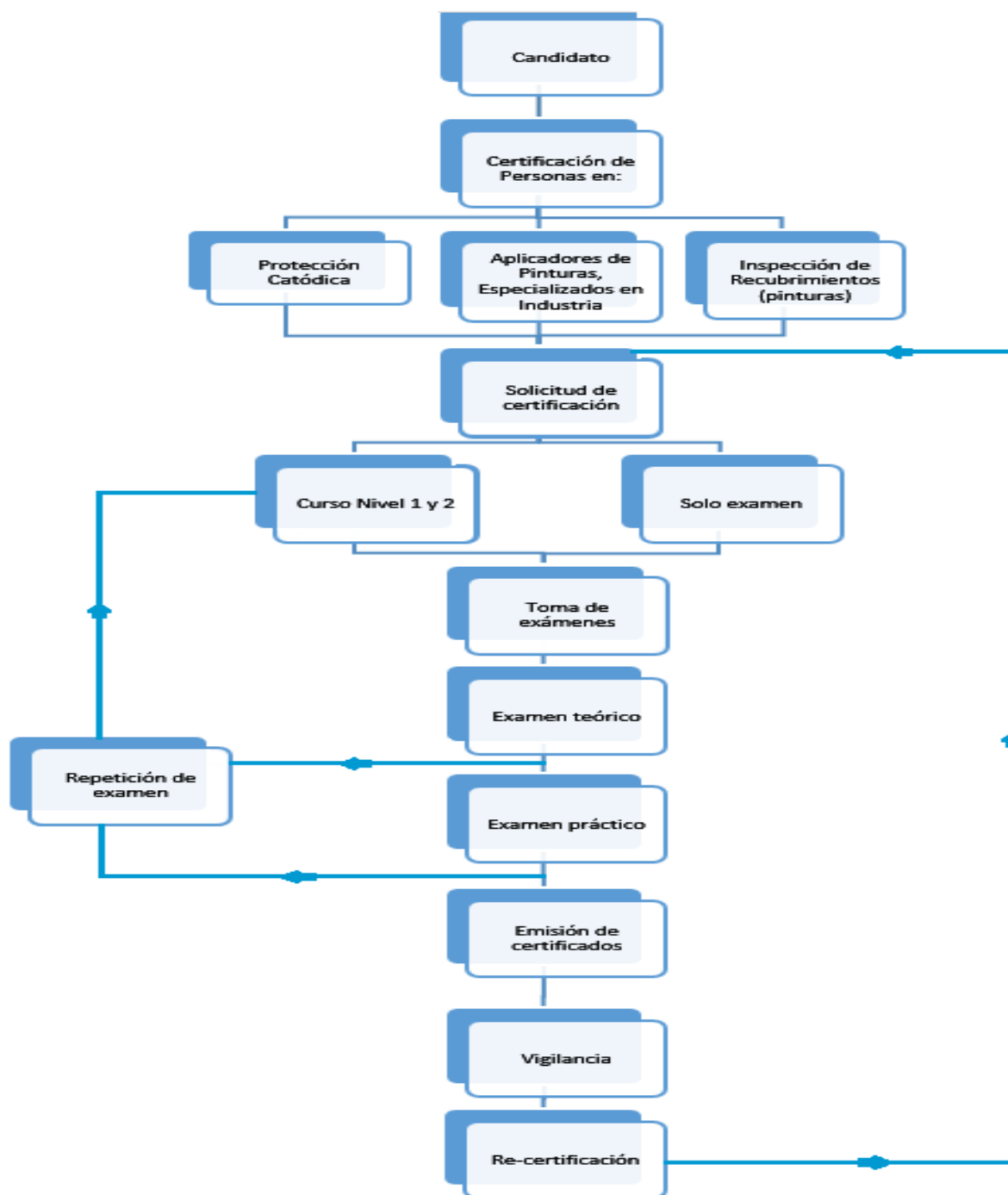
**12.4.4** El quórum se da por mayoría, donde deben estar presentes al menos un representante de cada sector.

**12.4.5** Todas las discusiones que susciten en el ámbito del Comité Técnico Asesor tendrán carácter estrictamente confidencial.

**12.4.6** El Comité Técnico Asesor se reunirá como mínimo tres (3) veces al año y en forma extraordinaria cuando se requiera. En cada reunión debe estar presente mínimo un miembro del organismo certificador.

**12.4.7** En cada reunión se realizara un acta, encargándose el organismo certificador de su redacción, cuya aprobación se considerará en la reunión siguiente.

### 13. DIAGRAMA DE FLUJO DE CERTIFICACIÓN DE PERSONAS



**ANEXO 2**  
**INSTRUCTIVO PARA CERTIFICACIÓN EN PROTECCIÓN CATÓDICA**

Código	123-CECEND-INT-1
Versión	1
Fecha	2015-05-04
Página	114 de 193

## 0. ÍNDICE

### 0. índice

### 1. Objeto

### 2. Alcance

### 3. Objetivo del proceso de certificación

### 4. Pasos del proceso de certificación

4.1 Presentación de antecedentes y de la solicitud de certificación

4.2 Admisión de los postulantes

4.3 Toma de exámenes

4.3.1 Examen Escrito

4.3.2 Examen práctico

4.3.3 Repetición de examen

4.4 Emisión de certificados UTP

4.5 Actividades de vigilancia

4.6 Re-certificación

### 5. Apelaciones

### 6. Quejas y reclamos

### 7. código de ética para probadores de protección catódica

### 8. Competencias

8.1 Competencias probadores de protección catódica nivel 1

8.2 Competencias probadores de protección catódica nivel 2

### 9. Contenido de los cursos

9.1 Contenido curso para probadores de protección catódica nivel 1

9.2 Contenido curso para probadores de protección catódica nivel 2

## 1. OBJETO

Establecer los pasos a seguir para realizar la certificación de personas, en particular la certificación en protección catódica y sus niveles, siguiendo los lineamientos de la norma internacional ISO/IEC 1724: vigente. De esta manera se asegura que la persona certificada cumple con los requisitos del esquema de certificación y se garantiza su competencia técnica.

Código	123-CECEND-INT-1
Versión	1
Fecha	2015-05-04
Página	115 de 193

## 2. ALCANCE

El presente documento es aplicable a la certificación en protección catódica, y abarca todas las etapas desde la presentación de la solicitud de certificación, la toma de exámenes, la emisión del certificado hasta la posterior vigilancia.

## 3. OBJETIVO DEL PROCESO DE CERTIFICACIÓN

El objetivo de la certificación es proveer a las empresas y organismos oficiales, probadores de protección catódica capacitados y calificados. Para ellos se cumple con los requisitos de la norma ISO/IEC 17024, uno de los cuales implica la creación de un Comité Técnico Asesor (CTA) constituido por empresas, usuarios de los servicios de aplicación de la protección catódica, empresas prestadoras de servicios de aplicación y prueba de protección galvánica para materiales, entidades gubernamentales, cámaras, etc., proveedores de equipos para la aplicación y prueba de los sistemas de corrientes impresas, profesionales independientes (probadores), y representantes del organismo certificador aprobado.

Este comité es responsable de establecer los requisitos de este esquema de certificación, entre otras funciones.

Así también mismo se debe contar con un Organismo de Calificación Autorizado, (OCA), con profesionales competentes para llevar a cabo la evaluación y practica de los postulantes y su posterior calificación, conforme a los criterios fijados en este documento.

El contenido técnico de este proceso de certificación tiene como referencia algunos de los contenidos de las siguientes normas:

- UNE EN 15257:2008 Protección catódica. Niveles de competencia y certificación del personal de protección catódica.
- NRF-047-PEMEX: 2007 Diseño, instalación y mantenimiento de los sistemas de protección catódica.
- NRF-110-PEMEX: 2003 Evaluación de ánodos de sacrificio galvánicos de magnesio.
- NRF-017-PEMEX: 2007 Protección catódica en tanques de almacenamiento.
- NACE SP 0169 Control of external corrosion on underground or submerged metallic piping systems (control de la corrosión externa en sistemas de tuberías subterráneas o sumergidas).
- NACE TM 0497: 2002 Measurement techniques related to criteria for cathodic protection on underground or submerged metallic piping systems (técnicas de medición relacionadas con los criterios de protección catódica en sistemas de tuberías metálicas subterráneas o sumergidas).



Código	123-CECEND-INT-1
Versión	1
Fecha	2015-05-04
Página	116 de 193

#### 4. PASOS DEL PROCESO DE CERTIFICACIÓN

##### 4.1 Presentación de antecedentes y de la solicitud de certificación

Los postulantes luego de ser interiorizado de las características del proceso de certificación en protección catódica, personalmente en el Organismo de Certificación y/o a través del presente documento deberán presentar al Organismo de Certificación en la Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ingeniería Mecánica (CECEND), la siguiente documentación:

- Solicitud de certificación.
- Copia de afiliación a seguridad social.
- 1 foto 4x4 para carnet.
- Diploma de estudios secundarios.
- Habilidad para hacer cálculos necesarios simples (álgebra básica, fraccionarios y conversiones).
- Aprobación del curso teórico practico, de probador de protección catódica en nivel 1 o 2, de acuerdo a la certificación deseada por el postulante, curso dictado por la Universidad Tecnológica de Pereira u otras instituciones acreditadas.
- La persona que solo va presentar el examen debe tener un certificado de experiencia de trabajo en protección catódica mínimo de 6 (seis) meses y solo puede asistir el ultimo día el curso; de perder ambos exámenes (teórico y práctico), el postulante solo podrá presentarse nuevamente al realizar y finalizar el curso en probador de protección catódica nivel 1.

Los procedimientos para certificarse como probador de inspección catódica nivel 2:

- Solicitud de Re-certificación.
- Certificación activa como probador de protección catódica nivel 1.
- Entrenamiento en matemáticas y ciencias en estudios secundarios o técnicos, junto certificado que muestre mínimo dos (2) años de experiencia laboral en corrosión y protección catódica; o grado en ciencias físicas o ingeniería, junto con certificado que muestre mínimo un (1) año de experiencia laboral en corrosión y protección catódica.
- El candidato que cumpla con los requisitos previos pude tomar el examen sin haber tomado el curso en protección catódica nivel 2, de perder uno (1) de los exámenes (teórico o practico), el postulante solo podrá presentarse nuevamente al realizar y concluir exitosamente el curso como probador de protección catódica nivel 2.
- En la solicitud de certificación, el postulante declara conocer y aceptar los términos del presente documento, del reglamento de certificación de personas de la Universidad Tecnológica de Pereira, y el código de ética.

En la solicitud de certificación, el postulante declara conocer y aceptar los términos del presente documento, del reglamento de certificación de personas de la Universidad Tecnológica de Pereira, y el código de ética.

Código	123-CECEND-INT-1
Versión	1
Fecha	2015-05-04
Página	117 de 193

#### 4.2 Admisión de los postulantes

Una vez se realice la recepción de toda la documentación del candidato, se abrirá una carpeta que el Organismo de Certificación evaluará con el objeto de comprobar que toda la información está completa y correcta. En el caso afirmativo, el Organismo certificador procede a la apertura de la orden de trabajo por los aranceles de la gestión de certificación y los exámenes de calificación.

Una vez realizado este trámite, se procederá a informar al postulante vía mail o telefónicamente la hora, fecha y lugar en que tendrá que presentarse, para la toma de los exámenes escrito y el práctico.

#### 4.3 Toma de exámenes

El organismo de certificación asignará o subcontrata personal calificado bajo la figura de Organismo de Calificación Autorizado (OCA) para que este lleve a cabo la evaluación de los candidatos.

El OCA es auditado una vez al año por el organismo de certificador acompañado por uno o más miembros del Comité Técnico Asesor donde se le evalúan distintos aspectos tales como el sistema de gestión de calidad, la competencia técnica de los examinadores certificados, las condiciones que aseguren la confidencialidad del contenido del examen y de la documentación presentada por los candidatos, la imparcialidad del OCA y además se evalúa la actualización del banco de preguntas para el examen. Los evaluadores que presenta el OCA deben estar aprobados por el Comité Técnico Asesor y los miembros deben demostrar su competencia en el ejercicio de sus funciones.

Se realizarán dos exámenes uno es escrito; y el otro es un examen práctico con el manejo de instrumentos de prueba seleccionados.

Para presentar el examen práctico será necesario aprobar previamente el examen escrito.

Los postulantes, deberán pasar ambos exámenes y recibir un mínimo de 70% para poder alcanzar la certificación de nivel I y proceder al siguiente curso (nivel II).

El examen completo, (teórico y práctico), podrá ser presentado por los postulantes tanto en las instalaciones de la Universidad Tecnológica de Pereira, como en otras locaciones según se acuerde con el Organismo Certificador, estas deben cumplir con las condiciones de seguridad e higiene requeridas y adecuados para realizar los exámenes, además las probetas del lugar, instrumentos y herramientas deben responder con todas las características exigidas por este documento y las normas que se contemplan en la certificación. En el primer caso, el costo de la certificación, incluirá las probetas, herramientas e instrumentos, utilizados en el examen, en el segundo caso (toma de exámenes en una empresa), el costo de la certificación incluirá las probetas, los viáticos de los dos evaluadores que asistirán a la empresa y los gastos de traslado.

#### 4.3.1 Examen escrito.

El examen escrito es a libro abierto y los candidatos pueden traer sus propias referencias bibliográficas. Consiste de preguntas de opción múltiple y de verdadero y falso, con una duración de 2 (dos) horas.

Para la aprobación del examen escrito será necesario aprobar al menos 1 (una) pregunta de las 3 (tres) correspondientes a cada módulo, y recibir un mínimo de 70% para poder presentar el examen práctico.

#### 4.3.2 Examen práctico

El examen práctico cubre las herramientas y técnicas para la prueba de un sistema de protección catódica. Se les requerirá que demuestren qué tan bien saben cómo desarrollar las pruebas de protección catódica vistas en el curso. Se les asignarán tareas y se les requerirá registrar sus resultados. Serán calificados en base a la exactitud de los resultados que registren.

Se realizará sobre una probeta (sistema de protección catódica didáctico) montado en las instalaciones de la Universidad Tecnológica de Pereira o en un lugar seleccionado por el organismo certificador, aprobado por el OCA; teniendo en cuenta que el lugar elegido debe contar con todas las condiciones necesarias para realizar la prueba, siguiendo los lineamientos generales de la norma NRF-047-PEMEX: 2007 y las normas mencionadas en este documento.

Donde se consideran los siguientes aspectos:

- Criterios para la protección catódica.
- Planos de diseño.
- Requisitos de seguridad.
- Ánodos galvánicos de Zinc o Magnesio

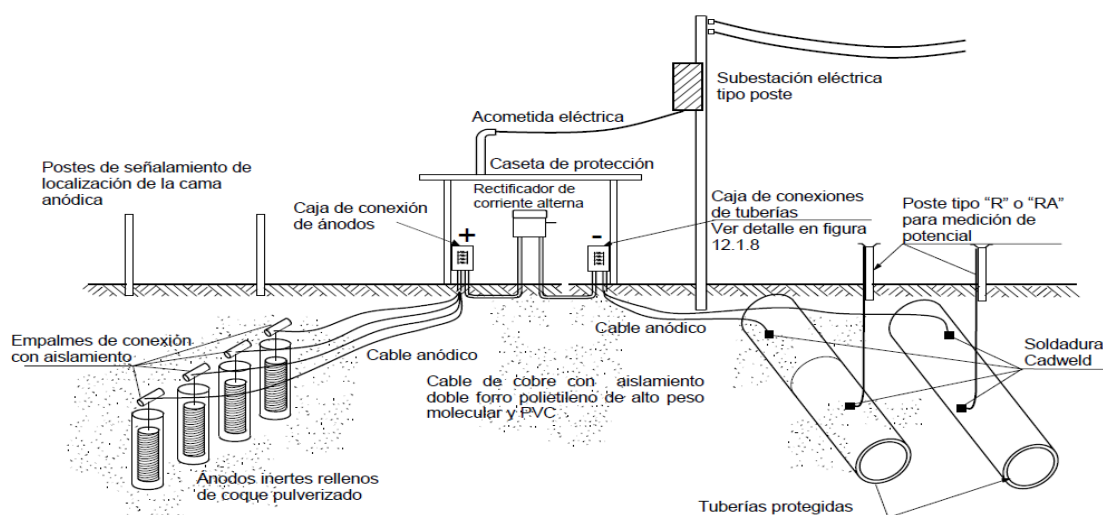


Figura 1. Arreglo típico de un sistema de protección terrestre a base de corrientes impresas

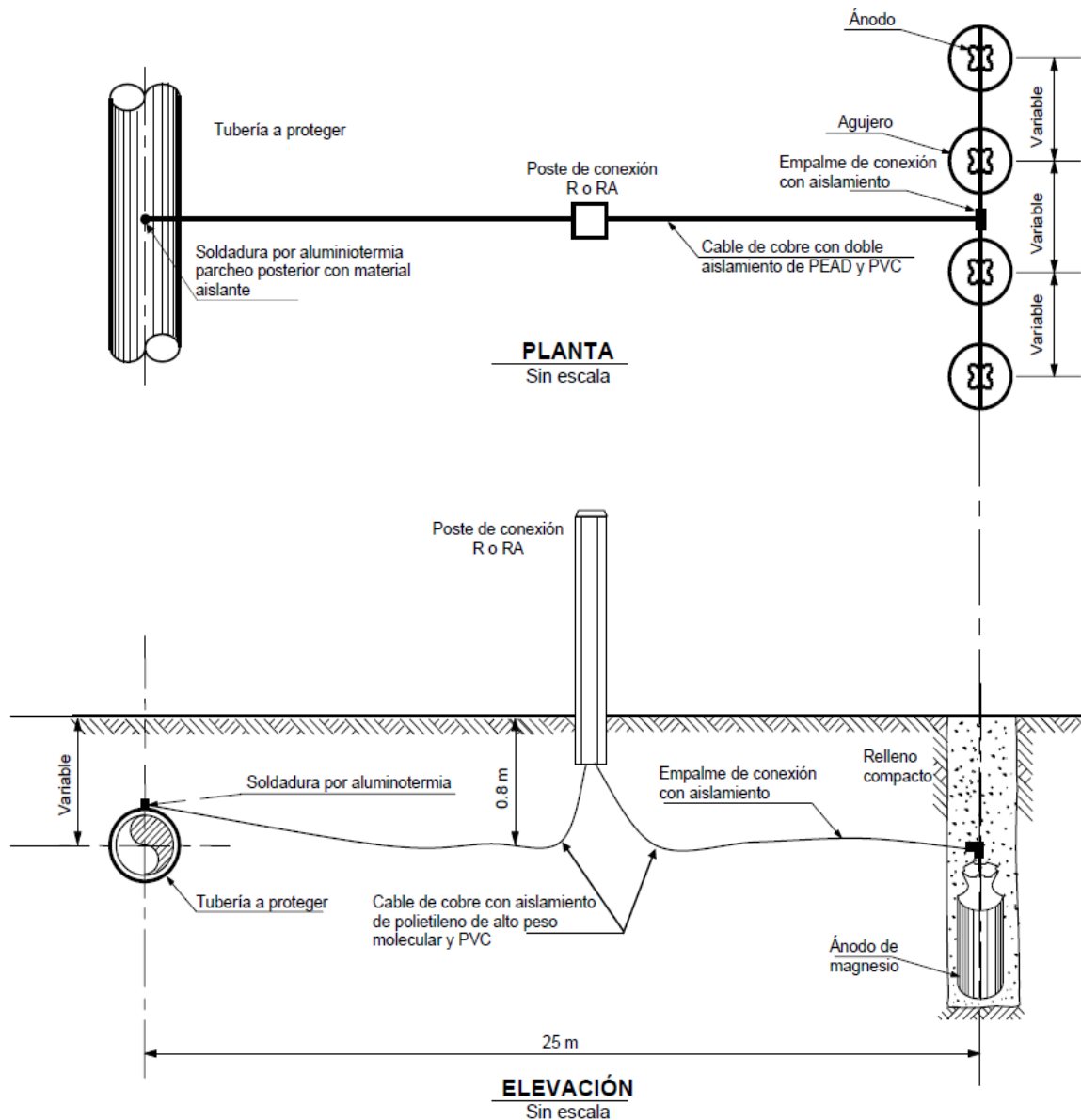


Figura 2. Arreglo típico de un sistema de protección terrestre a base de ánodos galvánicos

#### Estación 1: Planos

Los postulantes deben leer, interpretar e identificar el tipo de protección catódica instalado y sus características, además de cómo se encuentra instalado.

### Estación 2: Método de Wenner

Este método regulado por ASTM (American Society for Testing and Materials), Asociación Americana para pruebas y Materiales, en la norma G57-78 standard Method for field measurement of soil resistivity using the Wenner four electrode Method y la norma NRF-PEMEX-047:2007. Método normalizado para la medición de campo de la resistividad de suelos utilizando el método de Wenner de los cuatro electrodos.

Se calcula la resistividad aplicando la siguiente fórmula:  $\rho_s = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot R$ .

Dónde:  $\rho_s$  = resistencia del suelo,  $a$  = espaciamento de los electrodos en metros y  $R$  = resistencia leída en equipo en ohm ( $\Omega$ ).

Los postulantes deben preparar el equipo y realizar tres (3) medidas a diferentes profundidades, e identificar la capacidad del suelo para conducir corriente eléctrica (medición de resistividad).

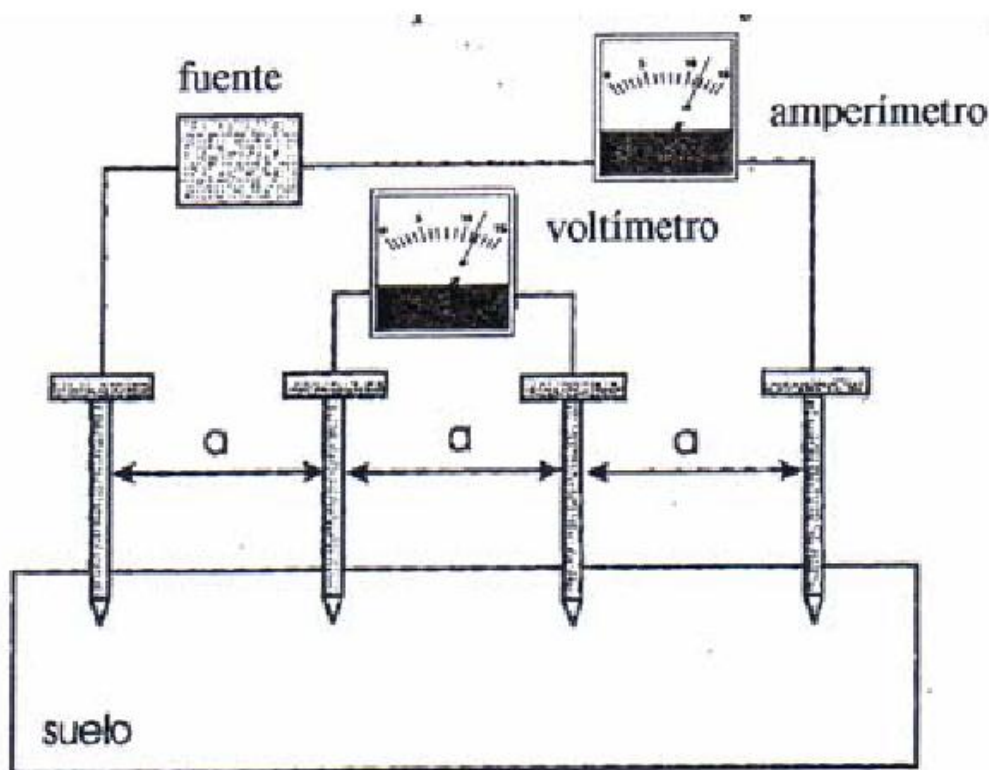


Figura 3. Método de Wanner para medir resistividad del suelo.

Código	123-CECEND-INT-1
Versión	1
Fecha	2015-05-04
Página	121 de 193

### Estación 3: Recubrimientos anticorrosivos del ducto

El postulante debe realizar una inspección del recubrimiento anticorrosivo del ducto en las zonas donde tenga indicios de una falla por medio de las técnicas como los gradientes de voltaje de corriente directa, métodos inductivos o conductivos con la finalidad de detectar la existencia de fallas.

A su vez el postulante debe aplicar el criterio de potencial mínimo de protección que de acuerdo a la norma NRF-PEMEX-047, es de -850 mV de DC, medido respecto a cobre-sulfato de cobre saturado ( $Cu/SO_4Cu$ ), en contacto con el electrolito, o -950 mV medido respecto a cobre-sulfato de cobre saturado ( $Cu/SO_4Cu$ ), cuando el área circundante de la tubería se encuentre en condiciones anaeróbicas.

### Estación 4: Rectificador, dispositivos de protección y conexiones eléctricas

Los aspirantes deben rectificar conexiones eléctricas tanto internas del sistema de protección catódica como las de alimentación de corriente alterna o de cualquier fuente de energía de corriente directa, se deben limpiar, ajustar y proteger, para mantener bajas resistencias de contacto y evitar sobrecalentamiento. Cualquier defecto en los componentes del sistema debe de eliminarse o corregirse.

### Estación 5: Inspección de camas anódicas

Si existen conexiones individuales para cada ánodo el postulante deberá realizar la inspección mediante medición directa de corriente, de lo contrario, se usara medición de potencial para cada ánodo.

### Estación 6: Inspección de fuentes de energía

En los sistemas de corriente impresa el postulante debe realizar:

- Tomar tres (3) medidas del voltaje y la corriente alterna de alimentación.
- Tomar tres (3) medidas del voltaje y corriente directa aplicado a la estructura protegida.
- Tomar tres (3) medidas del potencial estructura-electrolito en el punto de drenaje.

### Estación 7: Mediciones de intervalo corto

Los candidatos deben aplicar la técnica conocida como mediciones de intervalo corto “close interval survey” o mediciones de potencial paso a paso, que se aplica como se observa en la Figura 4. La persona que va realizando la medición lleva un carrete de cable ya sea en la cintura (sistema “hip-pack”), en la espalda (sistema “back-pack”), cuya punta se conecta al poste de medición o estación de prueba y se va desplazando sobre la ruta de la tubería en estudio midiendo los potenciales a cada paso, se debe tomar un promedio de las mediciones realizadas.

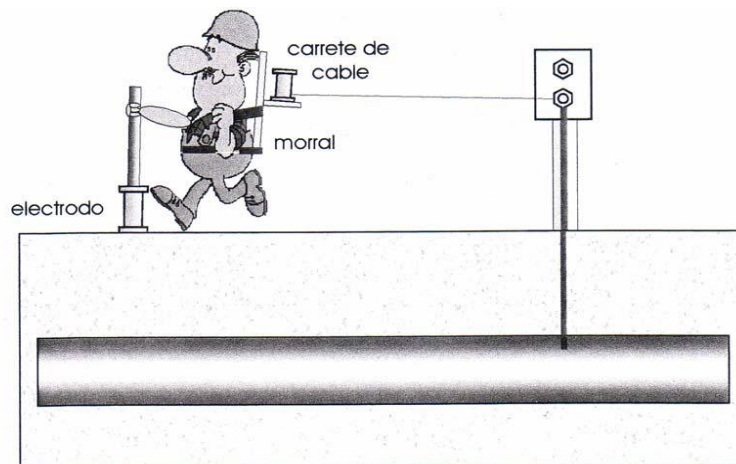


Figura 4. Mediciones de intervalo cortó

	Criterio	Calificación	
Conocimiento de MSDS y uso de EPP	Critico		
Pedido de especificaciones			
Manejo de Hojas Técnicas			
Selección de herramientas			
Lectura de planos	critico		
Aplicación de normas			
Inspección de fuentes de energía * <sup>(1)</sup> Voltaje y corriente alterna	Critico	Mediciones	
		1.	
		2.	
		3.	
		Calificación	
Voltaje y corriente directa	Critico	Mediciones	
		1.	
		2.	
		3.	
		Calificación	
Potencial estructura-electrolito	Critico	Mediciones	
		1.	
		2.	
		3.	
		Calificación	
Método Wenner	Critico	Mediciones	
		1.	
		2.	
		3.	

		Calificación	
Inspección de camas anódicas	Critico	Mediciones	
		1.	
		2.	
		3.	
		Calificación	
Recubrimientos anticorrosivos	Critico	Mediciones	
		1.	
		2.	
		3.	
		Calificación	
Mediciones de intervalo corto	Critico	Promedio	
Limpieza de equipo y lugar de trabajo			

**Tabla 1. Criterios de evaluación**

La aprobación del examen se realizara con 9 ítems evaluados como correctos, permitiéndose solo 2 (dos) ítems críticos evaluado como incorrecto.

Criterio de calificación: solo pueden desaprobarse 1 de las 3 mediciones, tomada en cada una de las estaciones alcanzando como mínimo el 70% de las pruebas realizadas por el postulante.

**NOTA 1:** en caso de que el examen se realice en instalaciones fuera de la Universidad Tecnológica de Pereira, los examinadores procederán a tomar el examen a los postulantes, si y solo si, se cumple con las siguientes condiciones, en caso contrario no se tomara el examen, dejando esta situación asentada en el acta de examen correspondiente:

1. las probetas y sistemas de protección catódica a probar deben cumplir con las normas propuestas en este documento.
2. La empresa debe proveer además:
  - Equipos de medición de voltaje.
  - Los elementos de protección personal, para los postulantes a rendir el examen.
3. la locación debe contar con todos los requisitos de seguridad y cumplir con los requisitos de la norma NRF-PEMEX-047.

**NOTA 2:** en caso de que deseen utilizar en el examen práctico equipos o materiales diferentes a los pautados, deberá comunicarse con el Organismo de Calificación Autorizado para que se evalúe su factibilidad. En caso de aprobarse la misma se enviará un comunicado por escrito a la empresa, que se suma a los compromisos contraídos por esta.



Código	123-CECEND-INT-1
Versión	1
Fecha	2015-05-04
Página	124 de 193

Para obtener la certificación el candidato deberá obtener mínimo un 80% en la nota final y más del 70% en la nota de cada examen. Una vez finalizado el examen práctico el OCA confeccionará con el resultado ambos exámenes el acta de evaluación que enviará al Organismo de Certificación.

#### 4.3.3 Repetición del examen

Si el candidato no aprueba el examen escrito o el práctico, el OCA le definirá una nueva fecha de examen luego de transcurridos treinta días corridos del examen desaprobado, siendo necesario el pago de una nueva orden de trabajo y el pago de aranceles correspondientes. El costo del examen escrito corresponderá al 30% del valor de la certificación original. El costo de la repetición del examen práctico corresponderá al 80% del valor de la certificación original.

El lapso mínimo para la repetición del examen, se puede acordar si el candidato recibe una nueva capacitación en dicho intervalo (demostrable mediante constancia firmada por los capacitadores). Un candidato que no apruebe por segunda vez puede presentarse nuevamente, cumpliendo con los procedimientos para candidatos nuevos.

#### 4.4 Emisión de certificado

El Organismo Certificador realizará un informe de evaluación de toda la documentación recibida (solicitud de certificación, documentación presentada, acta de evaluación) con su opinión, que elevará al director del Organismo de Certificador. En caso de que este apruebe el proceso, se procederá a la emisión del certificado correspondiente, en un plazo no mayor a 7 días hábiles.

En el momento de entrega la persona certificada firmará una copia del certificado que se agregará a la correspondiente carpeta de documentación.

La vigencia del certificado es por tres (3) años.

#### 4.5 Actividades de vigilancia

La actividad de vigilancia de la certificación se realizará al año y medio (1.5) años contados a partir de la entrega del certificado UTP. Para realizarla, el Organismo Certificador evaluará el desempeño de la persona certificada por medio de una encuesta de satisfacción realizada a su empleador, esta podrá realizarse vía correo electrónico o por teléfono dentro del mismo mes candelario en que obtuvo la certificación.

#### 4.6 Re-certificación

Al finalizar el periodo de tres (3) años se puede realizar la re-certificación, también por tres años. Para llevarla a cabo, el probador certificado deberá presentar al Organismo Certificador la siguiente documentación:

- Solicitud de Re-certificación, completa y firmada.
- 1 foto 4x4 para carnet.
- Acreditación mediante constancia escrita expedida por su empleador, de una experiencia mínima Uno y medio (1.5) años de tareas afines a la corrosión y protección catódica, en los últimos 2 años. En el caso de ser autónomo, deberá presentar una declaración jurada de las actividades realizadas con la correspondiente identificación legal de la empresa.

Código	123-CECEND-INT-1
Versión	1
Fecha	2015-05-04
Página	125 de 193

El Organismo de Certificación enviara al Organismo de Calificación Autorizado (OCA) toda la documentación. El OCA evaluara los antecedentes y el caso de aprobación, consignará está en la solicitud de re-certificación presentada. Posteriormente el Organismo de Certificación procederá a la apertura de la orden de trabajo por los aranceles correspondientes.

- Toma de examen de re-certificación: se tomara solamente el examen práctico si lo amerita la evolución de las técnicas y/o los materiales a utilizar.
- A los uno y medio (1.5) años de la re-certificación, se realizara nuevamente la actividad de vigilancia de la misma manera como se indicó anteriormente.
- Si el postulante toma otro Programa de Protección Catódica dentro de un período de tres años, la fecha requerida para su próxima actualización será de tres años a partir de la fecha en que terminó el curso más reciente.

## 5. APELACIONES

En el caso que los candidatos se consideren perjudicados por los resultados o decisiones tomadas en relación al examen o a la certificación y que tenga fundamentos razonables para cuestionarlos, puede presentar una apelación al Organismo Certificador.

Esta apelación deberá ser presentada formalmente por escrito acompañada de evidencias y será dirigida al director del Organismo Certificador; a continuación se dará inicio a una investigación de las causas que dieron origen a la decisión y/o los resultados que perjudicaron a la persona.

Si la apelación es por resultados de los exámenes, calificaciones, actuaciones del personal certificado o la revisión de la documentación; deberá presentarse en el Organismo Certificador dentro del plazo de treinta (30) días, a partir de la resolución tomada por el Organismo de Calificación Autorizado.

## 6. QUEJAS Y RECLAMOS

En el caso de que el Organismo Certificado, y/o el Comité Técnico Asesor los recibieran (por escrito mediante un documento formal de quejas y sugerencias), referidos al comportamiento/ desempeño del trabajo de un probador de protección catódica, se procederá analizar el caso en la siguiente reunión del Comité Técnico Asesor.

Donde se decidirá la necesidad de aplicar una sanción de acuerdo a la gravedad del hecho, en sintonía con la graduación de sanciones presentadas en el reglamento de certificación de personas de la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP) vigente.

En el caso de que algún miembro del Comité Técnico Asesor esté involucrado con el reclamo, no participara del tratamiento del mismo para garantizar la objetividad del tratamiento del caso.

## 7. CÓDIGO DE ÉTICA PARA PROBADORES DE PROTECCIÓN CATÓDICA

El presente código de ética enuncia los comportamientos que son obligatorios en el desempeño profesional de las personas certificadas como probador de protección catódica de acuerdo a la

Norma ISO/IEC 17024:2003 y otros documentos normativos, para el personal de las entidades calificadoras autorizadas y para los integrantes del Comité Técnico Asesor del correspondiente proceso de certificación, los cuales deben reconocer los preceptos de integridad personal y competencia profesional como principios fundamentales.

De tal forma, dichas personas se comprometen a:

1. Realizar sus tareas técnicas con el correcto cuidado del medio ambiente, la seguridad, salud y bienestar público.
2. Asumir la responsabilidad solamente sobre aquellos trabajos de inspección para los cuales es competente, en virtud de su capacitación y experiencia y cuando la situación lo requiera, contratar o recomendar la contratación de especialistas que le permitan llevar a cabo correctamente las tareas asignadas.
3. Comportarse de manera responsable y utilizar prácticas comerciales equitativas y justas en su trato con colegas, clientes y asociados.
4. Esforzarse por mantener la idoneidad actualizando sus conocimientos técnicos, tanto como lo recomienda la correcta realización de sus tareas.
5. Informar al Organismo Certificador de la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP), acerca de las quejas recibidas por su trabajo profesional.
6. Conocer y respetar las instancias de presentación y resolución de quejas y apelaciones establecidas en el reglamento de certificación de personas.
7. Proteger de acuerdo con el bienestar público, cualquier información entregada a él en forma confidencial por un empleador, colega o terceras personas.
8. Abstenerse de realizar declaraciones falsas o engañosas o de realizar actos no éticos que puedan desacreditar el programa de certificación de la UTP.
9. Conocer y respetar las instancias de presentación y resolución de quejas y apelaciones establecidas en el reglamento de certificación.

## 8. COMPETENCIAS

### 8.1 competencias probadores de protección catódica nivel I

Al concluir con éxito el Nivel I, el probador debería ser capaz de:

- Entiende, acepta y aplica las medidas de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente requeridas en su trabajo: incluye el uso de elementos de protección personal, manejo de sustancias tóxicas, contaminantes e inflamables, conocimiento sobre la iluminación, ventilación, andamios, y espacios confinados.
- Planifica adecuadamente su trabajo (tiempos, cálculos).
- Conoce el motivo de la protección catódica de las superficies de acero y hormigón.
- Llevar a cabo un trabajo de pruebas simples en acero estructural, en tuberías y tanques que cuenten con un sistema de protección catódica o corrientes impresas, bajo la supervisión directa de un probador calificado (nivel II o nivel III).

Código	123-CECEND-INT-1
Versión	1
Fecha	2015-05-04
Página	127 de 193

- Identifica los parámetros de protección catódica, lo cual permitirá la efectiva y eficiente protección anticorrosiva de los activos metálicos en contacto con electrolitos (agua o suelos).
- Tiene los conocimientos necesarios para comprender los principios de la protección catódica a fin de realizar diseños básicos, monitoreo y mantenimiento de sistemas de protección catódica.
- Comprende y utiliza las normas (ASTM, NACE, PEMEX, UNE e ISO) empleadas para el diseño, monitoreo y mantenimiento de la protección catódica.
- Reconocer la importancia de las reuniones previas al trabajo.
- Reconocer la necesidad de determinar las responsabilidades y la autoridad el alcance de su certificación.
- Reconocer el valor de conservar los registros y aprender qué información registrar y cómo llenar los reportes.

## 8.2 competencias probadores de protección catódica nivel II

Al concluir con éxito el Nivel II, el probador debería ser capaz de:

- Entender conceptos básicos de electricidad, leyes eléctricas, electroquímicas, corrosión y protección por medio de protección catódica.
- Desarrollar una comprensión de la polaridad en relación con el flujo de corriente y la tendencia de corrosión del metal.
- Realizar pruebas para identificar encamisados en corto y pruebas de continuidad en los sistemas de protección catódica.
- Utilizar instrumentos de prueba para realizar mediciones de prueba de potencial estructura-suelo, mediciones de voltaje y corriente, resistencia del suelo, localización de ductos y cables, lecturas de parámetros de operación y ánodos.
- Entender los componentes de los sistemas de protección catódica por corriente impresa, ánodos galvánicos y estaciones prueba.
- Tomar mediciones en resistencias calibradas (shunts) y conocer el funcionamiento en rectificadores puentes y ánodos.
- Realizar levantamientos periódicos para confirmar la efectividad de un sistema de protección catódica.
- Adquirir conocimientos sobre las celdas de referencia, su mantenimiento, uso y precauciones.
- Manejar y realizar informes y registros de campo.
- Revisión de aspectos de seguridad relacionados a la protección catódica.

## 9. CONTENIDO DE LOS CUROS

### 9.1 contenido del curso para probadores de protección catódica nivel 1

El curso tiene una duración de treinta y seis (36) horas que prepara al estudiante para el examen del nivel correspondiente.

Código	123-CECEND-INT-1
Versión	1
Fecha	2015-05-04
Página	128 de 193

#### Módulo 1: Introducción

- Objetivos
- Programa de probador de protección catódica
- La labor del probador nivel I (declaración de la misión)
- Química básica
- Teoría básica de la corrosión

#### Módulo 2: Definición de la protección catódica

- Principios
- Protección catódica en la industria petrolera
- El suelo como factor corrosivo
- Factores físico-químicos involucrados
- Resistividad del suelo
- Método de Wenner

#### Módulo 3: Tipos de protección catódica

- Por corriente galvánica
- Por corriente impresa
- Ventajas y desventajas
- Nuevas tecnologías aplicadas a la protección catódica

#### Módulo 4: Laboratorio de tipos de protección catódica

- Cuestionario de autoevaluación
  - Corrosión
  - Química básica
  - Protección catódica
  - Tipos de protección catódica
- Laboratorio de corriente galvánica
- Laboratorio de corriente impresa

#### Módulo 5: Criterio de protección

- Polarización
- Densidad de corriente
- Potencial de protección
- Criterio según normas (NACE, PEMEX, ASTM)
- Desprendimiento catódico
- Técnicas de monitoreo de la protección catódica

#### Módulo 6: Diseño de sistemas de protección catódica

- Sistemas de corriente interna

Código	123-CECEND-INT-1
Versión	1
Fecha	2015-05-04
Página	129 de 193

- Sistema galvánico
- Aplicación de diseños

#### **Módulo 7: Práctica de diseños de protección catódica**

- Diseño de sistema de corriente interna
- Diseño de sistema galvánico
- Aplicación de monitoreo de la protección catódica
- Cuestionario de autoevaluación
  - Polarización
  - Densidad de corriente
  - potencial de protección
  - Normas
  - Reunión de trabajo

#### **Módulo 9: Documentación**

- Hojas de datos de seguridad de materiales
- Mapas de la instalación
- Lista de chequeo para el monitoreo
- Registros

#### **Módulo 10: Evaluación de conformidad**

- Conclusiones del taller
- Auto evaluación
- Evaluación de curso

#### **9.2 contenido del curso para probadores de protección catódica nivel 2**

El curso tiene una duración de seis (6) días, con una intensidad horaria equivalente a 6 horas que prepara al estudiante para el examen del nivel correspondiente.

#### **Módulo 1: Electricidad básica**

- Introducción
- Términos eléctricos
- Circuitos eléctricos
- leyes eléctricas
- Fundamento de los instrumentos de medición

#### **Módulo 2: Laboratorio de instrumentos de medición**

- Instrumentos análogos
  - Voltímetros
  - Amperímetros
  - Ohmímetros
- Instrumentos digitales

Código	123-CECEND-INT-1
Versión	1
Fecha	2015-05-04
Página	130 de 193

- Funcionamiento básico
- conexiones al instrumento
- Cuestionario de autoevaluación
- Leyes eléctricas
- Circuitos eléctricos

### **Módulo 3: Química básica y teoría de la corrosión**

- Fundamentos químicos
- Electroquímica básica
- Celda de corrosión
- Velocidad e corrosión
- Causa de la corrosión
- Laboratorio de celda de corrosión
  - reacciones anódicas
  - Reacciones catódicas

### **Módulo 4: Control de la corrosión subterránea**

- Selección de materiales
- Recubrimientos protectores
- Aislamiento eléctrico
- Control ambiental
- Protección catódica
- Estructuras que pueden protegerse con protección catódica
- Sistemas por corriente impresa
- Factores que afectan el funcionamiento de la protección catódica
- Criterios de protección catódica

### **Módulo 5: Mediciones de campo**

- Mediciones de campo
- Medición de corriente
- Medición de resistencia
- Continuidad eléctrica
- Aislamiento eléctrico
- Medición de resistividad del electrolito
- Medición del pH
- Uso de dispositivos para localizar ductos
- Uso de interruptores de corriente

### **Módulo 6: Laboratorio de mediciones de campo**

- Mediciones de campo
  - Electrodo de plata-cloruro de plata

Código	123-CECEND-INT-1
Versión	1
Fecha	2015-05-04
Página	131 de 193

- Electrodo de referencia de calomel
- Electrodo de referencia de zinc
- Dióxido de manganeso
- Electrodo de grafito
- Valores de potencial de algunos electrodos de referencia vs. el electrodo de cobre-sulfato de cobre
- Mediciones de corriente
- Mediciones de resistencia
- Medición de la resistividad del electrolito
  - Método de Wenner
  - Caja de suelos
  - Sonda de resistividad
- Dispositivos para localizar ductos
- Check list
  - Documentación
  - Reunión previa al trabajo

#### **Módulo 7: Interferencia por corrientes vagabundas**

- Definiciones
- Efectos
- Fuentes
- Tipos de corrientes vagabundas
- Identificación de corrientes vagabundas
- Control de la corrosión por corrientes vagabundas

#### **Módulo 8: Monitoreo de la protección catódica**

- Introducción
- Requerimientos para el monitoreo
- Monitoreo de la protección catódica
- Registros
- Hojas de datos
- Registros electrónicos
- Hojas de calculo
- Mapas de instalación
- Documentación del trabajo

#### **Módulo 9: Seguridad**

- Registros electrónicos
- Material peligroso
- Precauciones generales



Código	123-CECEND-INT-1
Versión	1
Fecha	2015-05-04
Página	132 de 193

**Módulo 10: laboratorio de corrientes vagabundas**

- Corrientes vagabundas dinámicas
  - Indicaciones en las medidas
  - Proximidad de posibles fuentes
- Corrientes vagabundas estáticas
  - Indicaciones en la medición
  - Localización de estructuras extrañas y rectificadores
- Mitigación con protección catódica
- Seguridad
  - Medición de protección catódica
  - Hoja de datos de seguridad de materiales

**Módulo 11: Instalación de componentes de protección catódica**

- Estación de prueba
- Ánodos galvánicos (de sacrificio)
- Ánodos de corriente impresa
- Instalación de rectificadores u otras fuentes

**Módulo 12: Practica de probador de protección catódica**

- Aislamiento eléctrico
  - Medición en ducto (perfil de corriente)
- Niveles de protección catódica
- Funcionamiento defectuoso de ánodos
  - deterioro de los ánodos
  - Relleno inapropiado
  - Ruptura de los cables
- Rectificadores
  - Mantenimiento de rutina
  - Corriente y voltaje cero
  - Corriente cero sin cambio en el voltaje
  - Cambios en el voltaje y en la corriente
  - Cambios en las corrientes sin cambios en el voltaje

**Módulo 13: Evaluación de conformidad**

- Conclusiones del curso
- Auto evaluación
- Evaluación de curso

**ANEXO 3**  
**INSTRUCTIVO PARA CERTIFICACIÓN DE APLICADORES DE PINTURA,**  
**ESPECIALIZADOS EN INDUSTRIA**

## **0. ÍNDICE**

### **0. índice**

### **1. Objeto**

### **2. Alcance**

### **3. Objetivo del proceso de certificación**

### **4. Pasos del proceso de certificación**

4.1 Presentación de antecedentes y de la solicitud de certificación

4.2 Admisión de los postulantes

4.3 Toma de exámenes

4.3.1 Examen Escrito

4.3.2 Examen práctico

4.3.3 Repetición de examen

4.4 Emisión de certificados UTP

4.5 Actividades de vigilancia

4.6 Re-certificación

### **5. Apelaciones**

### **6. Quejas y reclamos**

### **7. código de ética para aplicadores de pintura, especializados en industria**

### **8. Competencias**

### **9. Contenido del curso**

9.1 Teoría

9.2 Práctica

## 1. OBJETO

Establecer los pasos a seguir para realizar la certificación de personas, en particular la certificación de aplicadores de pinturas especializados en industria siguiendo los lineamientos de la norma internacional ISO/IEC 1724:2003. De esta manera se asegura que la persona certificada cumple con los requisitos del esquema de certificación y se garantiza su competencia técnica.

## 2. ALCANCE

El presente documento es aplicable a la certificación de aplicadores de pintura especializados en industria, y abarca todas las etapas desde la presentación de la solicitud de certificación, la toma de exámenes, la emisión del certificado hasta la posterior vigilancia.

## 3. OBJETIVO DEL PROCESO DE CERTIFICACIÓN

El objetivo de la certificación es proveer a las empresas y organismos oficiales, pintores capacitados y calificados. Para ellos se cumple con los requisitos de la norma ISO/IEC 17024, uno de los cuales implica la creación de un Comité Técnico Asesor (CTA) constituido por fabricantes de pinturas, empresas, usuarios de los servicios de aplicación, empresas prestadoras de servicios de aplicación, entidades gubernamentales, cámaras, etc., proveedores de equipos para la aplicación de pinturas, profesionales independientes (aplicadores, inspectores, etc.), y representantes del organismo certificador aprobado.

Este comité es responsable de establecer los requisitos de este esquema de certificación, entre otras funciones.

Así también mismo se debe contar con un Organismo de Calificación Autorizado, (OCA), con profesionales competentes para llevar a cabo la evaluación y practica de los postulantes y su posterior calificación, conforme a los criterios fijados en este documento.

El contenido técnico de este proceso de certificación tiene como referencia algunos de los contenidos de las siguientes normas:

- ASTM D 42 28-05 Standard Practice for Qualification of Coating Applicators for Application of Coatings for Steel Surfaces.
- ASTM D 4532 – 12 Standard Guide for Establishing Procedures to Qualify and Certify Personnel Performing Coating and Lining Work Inspection in Nuclear Facilities.
- SSPC-QP 1 Standard Procedure for Evaluating the Qualifications of Industrial/Marine Painting Contractors.
- SSPC-QP 3 Standard Procedure for Evaluating Qualifications of Shop Painting Applicators.
- Normas SSPC-SP 10 y SSPC vis 1, NACE 2, ISO 8501 – 1.
- Norma ASTM D 4414 Medición de espesores de película húmeda.

- Norma ASTM D 4417 Métodos de prueba para medir el perfil de la superficie de acero limpia a Presión con Abrasivo.
- Norma SSPC PA2 Medición de espesores en seco.

#### 4. PASOS DEL PROCESO DE CERTIFICACIÓN

##### 4.1 Presentación de antecedentes y de la solicitud de certificación

Los postulantes luego de ser interiorizado de las características del proceso de certificación de Aplicadores de Pinturas, personalmente en el Organismo de Certificación y/o a través del presente documento deberán presentar al Organismo de Certificación en la Universidad Tecnológica de Pereira, Faculta de Ingeniería Mecánica, la siguiente documentación:

- Solicitud de certificación.
- Copia de afiliación a seguridad social.
- 1 foto 4x4 para carnet.
- Certificado de aptitud visual corregida o no.
- Acreditación mediante constancia escrita expedida por su empleador, de una experiencia mínima de 6 meses en tareas afines a la aplicación de pinturas industriales. En el caso de ser autónomo, deberá presentar una declaración jurada de las actividades realizadas, con correspondiente identificación legal de la empresa.
- Aprobación del curso teórico practico, de Aplicadores de recubrimientos industriales, dictado por la Universidad Tecnológica de Pereira.

En la solicitud de certificación, el postulante declara conocer y aceptar los términos del presente documento, del reglamento de certificación de personas de la Universidad Tecnológica de Pereira, y el código de ética.

En la solicitud de certificación, el postulante declara conocer y aceptar los términos del presente documento, del reglamento de certificación de personas de la Universidad Tecnológica de Pereira, y el código de ética.

##### 4.2 Admisión de los postulantes

Una vez se realice la recepción de toda la documentación del candidato, se abrirá una carpeta que el Organismo de Certificación evaluará con el objeto de comprobar que toda la información está completa y correcta. En el caso afirmativo, el Organismo certificador procede a la apertura de la orden de trabajo por los aranceles de la gestión de certificación y los exámenes de calificación.

Una vez realizado este trámite, se procederá a informar al postulante vía mail o telefónicamente la hora, fecha y lugar en que tendrá que presentarse, para la toma de los exámenes escrito y el práctico.

Código	123-CECEND-INT-2
Versión	1
Fecha	2015-04-05
Página	137 de 193

#### 4.3 Toma de exámenes

El organismo de certificación asignará o subcontrata personal calificado bajo la figura de Organismo de Calificación Autorizado (OCA) para que este lleve a cabo la evaluación de los candidatos.

El OCA es auditado una vez al año por el organismo de certificador acompañado por uno o más miembros del Comité Técnico Asesor donde se le evalúan distintos aspectos tales como el sistema de gestión de calidad, la competencia técnica de los examinadores certificados, las condiciones que aseguren la confidencialidad del contenido del examen y de la documentación presentada por los candidatos, la imparcialidad del OCA y además se evalúa la actualización del banco de preguntas para el examen. Los evaluadores que presenta el OCA deben estar aprobados por el Comité Técnico Asesor y los miembros deben demostrar su competencia en el ejercicio de sus funciones.

El examen constara de una parte escrita y de una parte práctica.

Para presentar el examen práctico será necesario aprobar previamente el examen escrito.

Para obtener el certificado es condición aprobar ambos exámenes, con los puntajes mínimos que se explican a continuación.

El examen completo, (teórico y práctico), podrá ser presentado por los postulantes tanto en las instalaciones de la Universidad Tecnológica De Pereira, como en otras locaciones según se acuerde con el Organismo Certificador, estas deben cumplir con las condiciones de seguridad e higiene requeridas y adecuados para realizar los exámenes, las probetas del lugar deben responder en un todo a las características exigidas por este documento. En el primer caso, el costo de la certificación, incluirá el servicio de granallado de la probeta utilizada en el examen, en el segundo caso (toma de exámenes en una empresa), el costo de la certificación no incluirá el servicio de granallado pero si los viáticos de los dos evaluadores que asistirán a la empresa y los gastos de traslado.

##### 4.3.1 Examen escrito

El examen escrito está conformado por 3 preguntas por módulo (3 preguntas por tema), con tres posibilidades de respuesta cada una. El examen completo tendrá una duración de 4 (cuatro) horas. Para la aprobación del examen escrito será necesario aprobar al menos 1 (una) pregunta de las 3 (tres) correspondientes a cada módulo.

##### 4.3.2 Examen práctico

Se realizara sobre una probeta siguiendo los lineamientos generales de la norma ASTM D 4228 vigente con desviaciones, incluso de ángulos interiores y exteriores.

Donde se consideraran los siguientes aspectos:

- Estado inicial de chapa grado "C" según ISO 8501 – 1.
- Estado de limpieza Sa 2<sub>1</sub> según SSPC SP10 metal casi blanco.
- Perfil de rugosidad entre 40 y 60 µm Rt según norma ASTM D 4417.

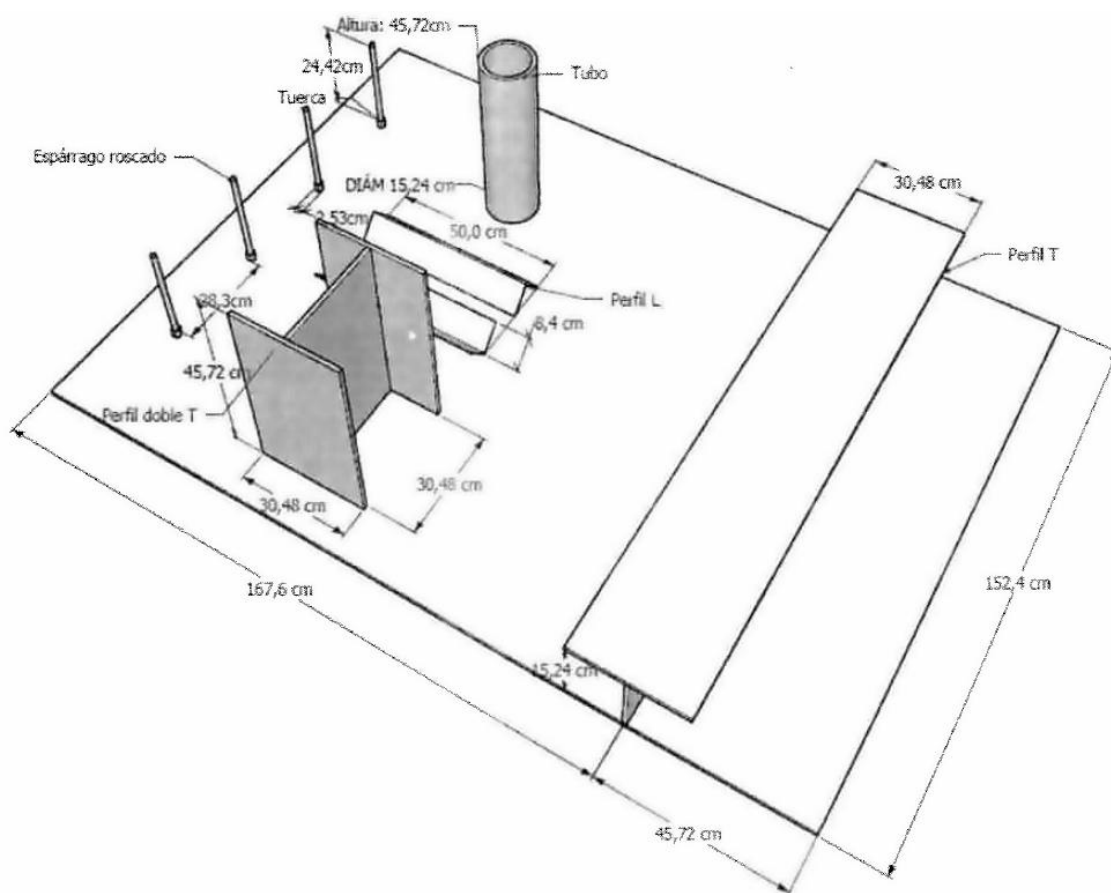
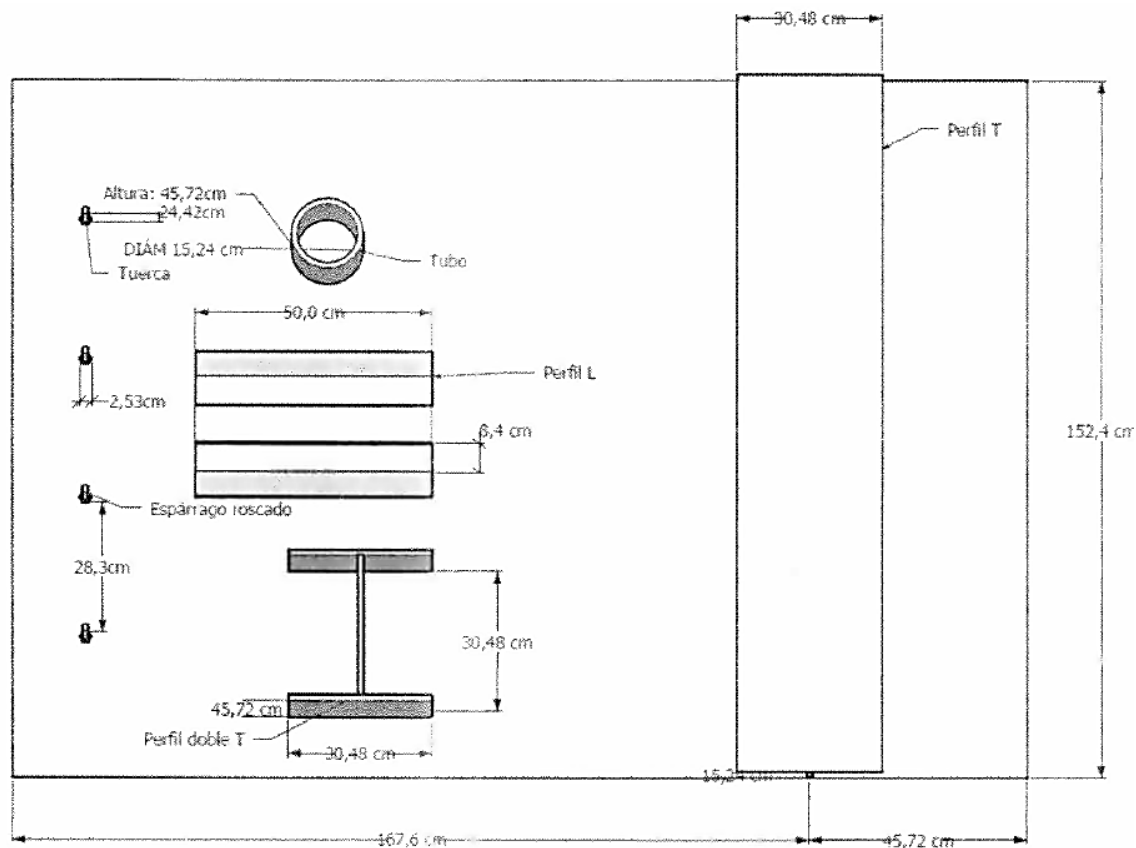


Figura 1. Vista en perspectiva de la de la probeta de examen



**Figura 2. Vista superior de la probeta de examen**

Sobre la probeta se aplicara el siguiente esquema de trabajo:

1. Frente de panel: pintado con equipo recipiente de presión y pincel.
  - Zinc silicato (secado rápido)
  - Mist coat.
  - Poliuretano.
2. Dorso del panel: se utilizara un esquema de poliuretano brillante, aplicado con equipo airless.

Los criterios de evaluación y calificación de trabajo que realice el postulante sobre el frente del panel, son los siguientes:

Frente del panel	Criterio	Calificación	
Recubrimiento		Fondo	Tope
Conocimiento de MSDS y uso de EPP	Critico		
Pedido de especificaciones			
Manejo de Hojas Técnicas	Critico		



Selección de herramientas					
Preparación de pinturas	Critico				
Regulación de equipo Tacho de Presión. Abanico.					
Bandas de refuerzo	Critico				
Secuencia					
Postura					
Largo de pasada					
Solape					
Velocidad					
Distancia					
Perpendicularidad					
Gatillado					
Angulo interior					
Angulo exterior					
Espesor húmedo *(1)	Critico	Mediciones sobre fondo		Mediciones sobre tope	
		1.	6.	1.	6.
		2.	7.	2.	7.
		3.	8.	3.	8.
		4.	9.	4.	9.
		5.	10.	5.	10.
		Calificación *(2)			
Uniformidad y aspecto	Critico				
Espesor en seco					
Limpieza de equipo (tacho de presión)					

**Tabla 1. Criterio de evaluación sobre el frente del panel**

<sup>\*(1)</sup> Se realizaran 10 (diez) mediciones sobre cada recubrimiento.

<sup>\*(2)</sup> Criterio de calificación: solo pueden desaprobarse 3 de las 10 mediciones, no pudiéndose superar en más del 50% el espesor húmedo requerido, ni estar por debajo del 70% del espesor húmedo aceptado.

La aprobación del examen sobre el frente del panel se realizara con 28 ítems evaluados como correctos sobre 38 ítems (totales), permitiéndose solo dos ítems críticos evaluados como incorrectos.

Los criterios de evaluación del trabajo que realice el postulante sobre el dorso del panel, son los siguientes:

Dorso del panel	Criterio	Calificación
Conocimiento de MSDS y uso de EPP	Critico	
Pedido de especificación		
Manejo de hojas técnicas	Critico	
Pedido de equipos necesarios		
Selección de herramientas		
Preparación de pinturas	Critico	
Regulación de equipos. Abanico. Presión de equipo		
Postura		
Largo de pasada		
Solape		
Velocidad		
Distancia		
Perpendicularidad		
Gatillado		
Espesor húmedo	Critico	Mediciones
		Calificación
Uniformidad y aspecto	Critico	
Espesor en seco		
Limpieza de equipo		

**Tabla 2. Criterios de evaluación sobre el dorso del panel**

La aprobación del examen sobre el dorso del panel se realizara con 14 ítems evaluados como correctos, permitiéndose solo un ítem crítico evaluado como incorrecto.

**NOTA 1:** en caso de que el examen se realice en instalaciones fuera de la Universidad Tecnológica de Pereira, los examinadores procederán a tomar el examen a los postulantes, si y solo si, se cumple con las siguientes condiciones, en caso contrario no se tomara el examen, dejando esta situación asentada en el acta de examen correspondiente:

1. la probeta a utilizar en el examen práctico, será suministrada por la empresa, y debe cumplir con las medidas y el diseño de la misma especificación en este documento de certificación. La misma deberá ser granallada el mismo día del examen práctico previo a su comienzo (rugosidad

entre 40 y 60 micrómetros según norma ASTM D 4417), estado de limpieza Sa 2<sub>1/2</sub> según ISO 8501 – 1(SSPC SP 10), metal casi blanco.

2. La empresa debe proveer además:

- El suministro de aire comprimido controlado, libre de agua y aceite.
- Los equipos airless, y el recipiente a presión.
- Pintura: Zinc, silicato de etilo y poliuretano, además de solventes de dilución y limpieza.
- Los elementos de protección personal, para los postulantes a rendir el examen.

3. la locación donde se tome el examen práctico debe ser cubierta de viento, alejada de fuentes húmedas, polvos u otros; debe poder controlarse la temperatura y cumplir las normativas de seguridad e higiene para la aplicación de pinturas (sistemas de extracción).

**NOTA 2:** en caso de que deseen utilizar en el examen práctico equipos o materiales diferentes a los pautados, deberá comunicarse con el Organismo de Calificación Autorizado para que se evalúe su factibilidad. En caso de aprobarse la misma se enviará un comunicado por escrito a la empresa, que se suma a los compromisos contraídos por esta.

Para obtener la certificación el candidato deberá obtener mínimo un 80% en la nota final y más del 70% en la nota de cada examen. Una vez finalizado el examen práctico el OCA confeccionara con el resultado ambos exámenes el acta de evaluación que enviará al Organismo de Certificación.

#### 4.3.3 Repetición del examen

Si el candidato no aprueba el examen escrito o el práctico, el OCA le definirá una nueva fecha de examen luego de transcurridos treinta días corridos del examen desaprobado, siendo necesario el pago de una nueva orden de trabajo y el pago de aranceles correspondientes. El costo del examen escrito corresponderá al 30% del valor de la certificación original. El costo de la repetición del examen práctico corresponderá al 80% del valor de la certificación original.

El lapso mínimo para la repetición del examen, se puede acordar si el candidato recibe una nueva capacitación en dicho intervalo (demostrable mediante constancia firmada por los capacitadores). Un candidato que no apruebe por segunda vez puede presentarse nuevamente, cumpliendo con los procedimientos para candidatos nuevos.

#### 4.4 Emisión de certificado

El Organismo Certificador realizara un informe de evaluación de toda la documentación recibida (solicitud de certificación, documentación presentada, acta de evaluación) con su opinión, que elevara al director del Organismo de Certificador. En caso de que este apruebe el proceso, se procederá a la emisión del certificado correspondiente, en un plazo no mayor a 7 días hábiles. En el momento de entrega la persona certificada firmará una copia del certificado que se agregara a la correspondiente carpeta de documentación.

La vigencia del certificado es por 4 (cuatro) años.

#### 4.5 Actividades de vigilancia

La actividad de vigilancia de la certificación se realizara a los 2 (dos) años contados a partir de la entrega del certificado UTP. Para realizarla, el Organismo Certificador evaluara el estado de salud visual de la persona certificada, mediante la presentación de un nuevo examen de aptitud visual (original), este certificado podrá presentarse personalmente en el Organismo Certificador o enviarse vía correo postal, también el Organismo Certificador evaluará el desempeño de la persona certificada por medio de una encuesta de satisfacción realizada a su empleador, esta podrá realizarse vía correo electrónico o por teléfono dentro del mismo mes candelario en que obtuvo la certificación.

#### 4.6 Re-certificación

Al finalizar el periodo de 4 (cuatro) años se puede realizar la re-certificación, también por cuatro años. Para llevarla a cabo, el aplicador certificado deberá presentar al Organismo Certificador la siguiente documentación:

- Solicitud de Re-certificación, completa y firmada.
- 1 foto 4x4 para carnet.
- Certificado de aptitud visual.
- Acreditación mediante constancia escrita expedida por su empleador, de una experiencia mínima de 6 meses en tareas afines a la aplicación de pinturas industriales en los últimos 2 años. En el caso de ser autónomo, deberá presentar una declaración jurada de las actividades realizadas con la correspondiente identificación legal de la empresa.

El Organismo de Certificación enviara al Organismo de Calificación Autorizado (OCA) toda la documentación. El OCA evaluara los antecedentes y el caso de aprobación, consignará está en la solicitud de re-certificación presentada. Posteriormente el Organismo de Certificación procederá a la apertura de la orden de trabajo por los aranceles correspondientes.

- Toma de examen de re-certificación: se tomara solamente el examen práctico si lo amerita la evolución de las técnicas y/o los materiales a utilizar.
- A los 2 (dos) años de la re-certificación, se realizara nuevamente la actividad de vigilancia de la misma manera como se indicó anteriormente.

### 5. APELACIONES

En el caso que los candidatos se consideren perjudicados por los resultados o decisiones tomadas en relación al examen o a la certificación y que tenga fundamentos razonables para cuestionarlos, puede presentar una apelación al Organismo Certificador.

Esta apelación deberá ser presentada formalmente por escrito acompañada de evidencias y será dirigida al director del Organismo Certificador; a continuación se dará inicio a una investigación de las causas que dieron origen a la decisión y/o los resultados que perjudicaron a la persona.

Si la apelación es por resultados de los exámenes, calificaciones, actuaciones del personal certificado o la revisión de la documentación; deberá presentarse en el Organismo Certificador dentro del plazo de 30 (treinta) días, a partir de la resolución tomada por el Organismo de Calificación Autorizado.

## 6. QUEJAS Y RECLAMOS

En el caso de que el Organismo Certificado, y/o el Comité Técnico Asesor los recibieran (por escrito mediante un documento formal de quejas y sugerencias), referidos al comportamiento/ desempeño del trabajo de un aplicador certificado, se procederá analizar el caso en la siguiente reunión del Comité Técnico Asesor, donde se decidirá la necesidad de aplicar una sanción de acuerdo a la gravedad del hecho, en sintonía con la graduación de sanciones presentadas en el reglamento de certificación de personas de la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP) vigente.

En el caso de que algún miembro del Comité Técnico Asesor esté involucrado con el reclamo, no participara del tratamiento del mismo para garantizar la objetividad del tratamiento del caso.

## 7. CÓDIGO DE ÉTICA PARA APLICADORES DE PINTURA

El presente código de ética enuncia los comportamientos que son obligatorios en el desempeño profesional de las personas certificadas como aplicadores de pintura de acuerdo a la Norma ISO/IEC 17024:2003 y otros documentos normativos, para el personal de las entidades calificadoras autorizadas y para los integrantes del Comité Técnico Asesor del correspondiente proceso de certificación, los cuales deben reconocer los preceptos de integridad personal y competencia profesional como principios fundamentales.

De tal forma, dichas personas se comprometen a:

1. Realizar sus tareas técnicas con el correcto cuidado del medio ambiente, la seguridad, salud y bienestar público.
2. Asumir la responsabilidad solamente sobre aquellos trabajos de pintado para los cuales es competente, en virtud de su capacitación y experiencia y cuando la situación lo requiera, contratar o recomendar la contratación de especialistas que le permitan llevar a cabo correctamente las tareas asignadas.
3. Comportarse de manera responsable y utilizar prácticas comerciales equitativas y justas en su trato con colegas, clientes y asociados.
4. Esforzarse por mantener la idoneidad actualizando sus conocimientos técnicos, tanto como lo recomienda la correcta realización de sus tareas.

5. Informar al Organismo Certificador de la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP), acerca de las quejas recibidas por su trabajo profesional.
6. Conocer y respetar las instancias de presentación y resolución de quejas y apelaciones establecidas en el reglamento de certificación de personas.
7. Proteger de acuerdo con el bienestar público, cualquier información entregada a él en forma confidencial por un empleador, colega o terceras personas.
8. Abstenerse de realizar declaraciones falsas o engañosas o de realizar actos no éticos que puedan desacreditar el programa de certificación de la UTP.
9. Conocer y respetar las instancias de presentación y resolución de quejas y apelaciones establecidas en el reglamento de certificación.

## 8. COMPETENCIAS

- Entiende, acepta y aplica las medidas de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente requeridas en su trabajo: incluye el uso de elementos de protección personal, manejo de sustancias tóxicas, contaminantes e inflamables, conocimiento sobre la iluminación, ventilación, andamios, y espacios confinados.
- Planifica adecuadamente su trabajo (tiempos, cálculos).
- Conoce el motivo de la protección con pinturas de las superficies de acero y hormigón.
- Conoce los siguientes tipos de preparación de la superficie: chorreado abrasivo seco, herramientas manuales y herramientas portátiles de accionamiento mecánico. Conoce los distintos grados de limpieza en función de la superficie inicial. Entiende la importancia del perfil de anclaje, el efecto de las sales, los tratamientos químicos y conoce los distintos tipos de abrasivos.
- Conoce los componentes de las pinturas y sabe interpretar la hoja de datos técnicos del producto, la hoja de datos de seguridad de los materiales, y la hoja de instrucciones de aplicación.
- Puede calcular el espesor de capa húmeda a aplicar, en función del % de sólidos en volumen y la cantidad de diluyente agregado a la mezcla.
- Conoce el tiempo de inducción, la vida útil de la mezcla, la vida útil en depósito, y las ventajas y desventajas de un mezclado correcto de la pintura. Sabe evaluar la viscosidad de la mezcla de la pintura.
- Conoce el funcionamiento de un equipo de aplicación con soplete con y sin aire y sabe las ventajas y desventajas de cada tecnología. Puede aplicar recubrimientos con los dos equipos. Sabe cómo configurarlo o corregir su configuración en caso de anomalías. Conoce las técnicas de soplado de capa de mist coat.
- Conoce y puede aplicar recubrimientos con las siguientes técnicas: pincel, rodillo, y recipiente presurizados. Entiende por qué y sabe cómo utilizar bandas de refuerzo.
- Tiene conocimiento sobre la limpieza de equipos, herramientas y su mantenimiento. Conoce las ventajas de la limpieza del aire comprimido.

- Tienen conocimiento sobre secado, curado, tiempo de repintado y reactivación de la superficie.
- Conoce los siguientes aspectos para el control de condiciones ambientales durante la aplicación y el curado de las pinturas: temperatura ambiental y del sustrato, humedad, punto de rocío, iluminación, calefacción, deshumidificación y ventilación, y su influencia en la calidad de aplicación del recubrimiento.
- Conoce los controles de calidad asociados a la capa de recubrimiento aplicada: espesor de capa seca, continuidad de capa, color brillo y defectos.
- Conoce los siguientes materiales industriales y sus usos más comunes: zinc silicato, epoxi roco en zinc, poliuretanos, vinil éster, acrílicos y siliconas. Distingue entre materiales convertibles y no convertibles. Sabe que es un agente curado o endurecedor, un acelerador y un retardador.
- Tiene una base de conocimiento que le permite sugerir mejoras o advertir problemas en el ámbito de sus competencias.

## 9. CONTENIDO DEL CUROS

El curso tiene una duración de treinta y seis (36) horas que prepara al estudiante para el examen del nivel correspondiente.

### 9.1 TEORÍA

#### Módulo 1: Introducción

- Conceptos de seguridad
- Conceptos de espacio confinado
- Conceptos de medio ambiente y residuos contaminantes
- Conceptos de corrosión
- Tipos de superficie (acero, mampostería, hormigón, aluminio y zinc)
- Observación del estado de la superficie

#### Módulo 2: Preparación de la superficie

- Abrasivos
- Estados iniciales
- Grado de limpieza
- Rugosidad
- Polvo residual
- Tratamiento químico
- Manipuleo de la pieza y sustratos

#### Módulo 3: Cálculos básicos

- Unidad de medida

- Regla de 3 simple directa
- Mezcla de materiales de dos componentes
- Calculo de diluciones
- Calculo de volúmenes a preparar
- Calculo de espesores húmedos
- Determinación de viscosidad

#### **Módulo 4: Manejo de información previa**

- Tipificación de condiciones de servicio
- Hoja de datos característicos
- Hoja de aplicación
- Hoja de seguridad

#### **Módulo 5: Cálculos y preparación de la pintura**

- Factores de desperdicio
- Sólidos en peso
- Sólidos en volumen
- Agitación neumática, rolado y manual
- Mezclado

#### **Módulo 6: Materiales a aplicar y características**

- Concepto de composición de pinturas: resina, solvente, pigmento, cargas, aditivos
- Recepción
- Tiempo de inducción
- Pot life o vida útil
- Vida en estiba
- Condiciones de almacenamiento
- Filtrado
- Viscosidad y cuidados, temperatura, nivelación, contraste

#### **Módulo 7: Materiales industriales**

- Ricos en zinc (silicato y epoxi)
- Poliuretano
- Poliurea
- **Acrílicas base solvente**
- Vinil éster/poliéster
- Epoxis

#### **Módulo 8: Aplicación de la pintura**

- Alcance del suministro



- Iluminación
- Calidad del aire comprimido
- Banda de esfuerzo (stripe coat)
- Espesor húmedo
- Limpieza del equipo

#### **Módulo 9: Técnicas de aplicación**

- Técnicas de aplicación
- Secuencia
- Pincel
- Rodillo
- Espátula, llana, secador
- Recipiente no presurizado
- Recipiente presurizado
- Miton
- Airless: boquillas, relación de compresión
- Electrostático
- Influencia de la velocidad el aire en pintura exterior
- Tiempo de trabajo, revelos

#### **Módulo 10: Aspectos posteriores al pintado y situación de servicio**

- Secado y curado, calor, humedad, ventilación
- Espesor seco
- Tiempo de repintado
- Color brillo
- Ensayos posteriores
- Reactivación de la superficie
- Defectos en el film
- Conceptos de ensayos posteriores
- Intemperie
- Inmersión
- Pisos

#### **Módulo 11: Evaluación de conformidad**

- Conclusiones del curso
- Auto evaluación
- Evaluación de curso

## 9.2 PRÁCTICA

### Módulo 1: Práctica básica

- Operaciones básicas y secuencia de pintado, solvente agua y solvente orgánico

### Módulo 2: Práctica avanzada

- Operaciones básicas de pintado, pintura sintética silicato/poliuretano
- Métodos de aplicación (pincel, rodillo, recipiente presurizado, airless)

### Módulo 3: Aplicación sobre probeta

- Revisión
- Calculo del material
- Preparación del material
- Medición de viscosidad
- Prueba de aplicación (recepción, técnica, espesores, aspectos)
- Check list

**ANEXO 4**  
**INSTRUCTIVO PARA CERTIFICACIÓN DE INSPECTORES DE**  
**RECUBRIMIENTOS (PINTURAS)**

## **0. ÍNDICE**

### **0. índice**

### **1. Objeto**

### **2. Alcance**

### **3. Objetivo del proceso de certificación**

### **4. Pasos del proceso de certificación**

4.1 Presentación de antecedentes y de la solicitud de certificación

4.2 Admisión de los postulantes

4.3 Toma de exámenes

4.3.1 Examen Escrito

4.3.2 Examen práctico

4.3.3 Repetición de examen

4.4 Emisión de certificados UTP

4.5 Actividades de vigilancia

4.6 Re-certificación

### **5. Apelaciones**

### **6. Quejas y reclamos**

### **7. código de ética para probadores de protección catódica**

### **8. Competencias**

8.1 Competencias inspector de recubrimientos nivel 1

8.2 Competencias inspector de recubrimientos nivel 2

### **9. Contenido de los cursos**

9.1 Contenido curso para inspector de recubrimientos nivel 1

9.2 Contenido curso para inspector de recubrimientos nivel 2

## 1. OBJETO

Establecer los pasos a seguir para realizar la certificación de personas, en particular la certificación de inspectores de recubrimientos, siguiendo los lineamientos de la norma internacional ISO/IEC 1724:2003. De esta manera se asegura que la persona certificada cumple con los requisitos del esquema de certificación y se garantiza su competencia técnica.

## 2. ALCANCE

El presente documento es aplicable a la certificación de inspectores de recubrimientos, y abarca todas las etapas desde la presentación de la solicitud de certificación, la toma de exámenes, la emisión del certificado hasta la posterior vigilancia.

## 3. OBJETIVO DEL PROCESO DE CERTIFICACIÓN

El objetivo de la certificación es proveer a las empresas y organismos oficiales, inspectores capacitados y calificados. Para ellos se cumple con los requisitos de la norma ISO/IEC 17024, uno de los cuales implica la creación de un Comité Técnico Asesor (CTA) constituido por fabricantes de pinturas, empresas, usuarios de los servicios de aplicación, empresas prestadoras de servicios de aplicación e inspección, entidades gubernamentales, cámaras, etc., proveedores de equipos para la aplicación de pinturas, profesionales independientes (aplicadores, inspectores, etc.), y representantes del organismo certificador aprobado.

Este comité es responsable de establecer los requisitos de este esquema de certificación, entre otras funciones.

Así también mismo se debe contar con un Organismo de Calificación Autorizado, (OCA), con profesionales competentes para llevar a cabo la evaluación y practica de los postulantes y su posterior calificación, conforme a los criterios fijados en este documento.

El contenido técnico de este proceso de certificación tiene como referencia algunos de los contenidos de las siguientes normas:

- ASTM D 3276 Standard Guide for Painting Inspectors (Metal Substrates) (Guia estandar para inspectores de pintura).
- ASTM D 5161 – 04a Specifying Inspection Requirements for Coating and Lining Work (Metal Substrates).
- ASTM E 1499 Standard Guide for Selection, Evaluation, and Training of Observers.
- SSPC-QP 1 Standard Procedure for Evaluating the Qualifications of Industrial/Marine Painting Contractors.
- SSPC-QP 5 Certification for Coating and Lining Inspection Companies.
- SSPC-PA 1 Shop, Field and Maintenance Painting or Steel.

- SSPC-PA 2 Measurement of Dry Coating Thickness with Magnetic Gages (Medición de espesores con instrumentos).
- SSPC-VIS 1, Guide and Reference Photographs for Steel Surfaces Prepared by Dry Abrasive Blast Cleaning.
- SSPC-VIS 4/NACE VIS 7 Guide and Reference Photographs for Steel Surface Prepared by Waterjetting.
- ASTM D 1640 Standard Test Methods for Drying, Curing, or Film Formation of Organic Coatings at Room Temperature.
- Normas SSPC-SP 1; SP2; SP3; SP5; SP6; SP7; SP10, ISO 8501 –1, normas de preparación de superficies.
- SSPC VIS 1, Inspección de grado de oxidación inicial de la superficie.
- Norma ASTM D 4414 Medición de espesores de película húmeda.
- Norma ASTM D 4417 Métodos de prueba para medir el perfil de la superficie de acero limpia a Presión con Abrasivo.
- Norma SSPC PA2 Medición de espesores en seco.

#### 4. PASOS DEL PROCESO DE CERTIFICACIÓN

##### 4.1 Presentación de antecedentes y de la solicitud de certificación

Los postulantes luego de ser interiorizado de las características del proceso de certificación de inspectores de recubrimientos, personalmente en el Organismo de Certificación y/o a través del presente documento deberán presentar al Organismo de Certificación en la Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ingeniería Mecánica, la siguiente documentación:

- Solicitud de certificación.
- Copia de afiliación a seguridad social.
- 1 foto 4x4 para carnet.
- Aprobación del curso teórico practico, Inspector de Recubrimientos en nivel I o II de acuerdo a la certificación deseada por el postulante, curso dictado por la Universidad Tecnológica de Pereira u otras instituciones acreditadas.
- La persona que solo va presentar el examen debe solo puede asistir el ultimo día el curso, de perder ambos exámenes (teórico y práctico), el postulante solo podrá presentarse nuevamente al realizar y finalizar el curso en inspector de recubrimientos nivel 1.

Para la certificación en inspector de recubrimientos nivel 2 el postulante debe presentar:

- Formulario de Re-certificación.
- Certificación activa en inspección de recubrimientos nivel 1.
- Un (1) año de experiencia laboral en el área de corrosión.
- Quince (15) horas de desarrollo profesional como inspector de recubrimientos nivel 1.
- La persona que solo va presentar el examen debe solo puede asistir el ultimo día el curso, de perder ambos exámenes (teórico y práctico), el postulante solo podrá presentarse nuevamente al realizar y finalizar el curso en inspector de recubrimientos nivel 2.

En la solicitud de certificación, el postulante declara conocer y aceptar los términos del presente documento, del reglamento de certificación de personas de la Universidad Tecnológica de Pereira, y el código de ética.

#### 4.2 Admisión de los postulantes

Una vez se realice la recepción de toda la documentación del candidato, se abrirá una carpeta que el Organismo de Certificación evaluará con el objeto de comprobar que toda la información está completa y correcta. En el caso afirmativo, el Organismo certificador procede a la apertura de la orden de trabajo por los aranceles de la gestión de certificación y los exámenes de calificación.

Una vez realizado este trámite, se procederá a informar al postulante vía mail o telefónicamente la hora, fecha y lugar en que tendrá que presentarse, para la toma de los exámenes escrito y el práctico.

#### 4.3 Toma de exámenes

El organismo de certificación asignará o subcontrata personal calificado bajo la figura de Organismo de Calificación Autorizado (OCA) para que este lleve a cabo la evaluación de los candidatos.

El OCA es auditado una vez al año por el organismo de certificador acompañado por uno o más miembros del Comité Técnico Asesor donde se le evalúan distintos aspectos tales como el sistema de gestión de calidad, la competencia técnica de los examinadores certificados, las condiciones que aseguren la confidencialidad del contenido del examen y de la documentación presentada por los candidatos, la imparcialidad del OCA y además se evalúa la actualización del banco de preguntas para el examen. Los evaluadores que presenta el OCA deben estar aprobados por el Comité Técnico Asesor y los miembros deben demostrar su competencia en el ejercicio de sus funciones.

Se realizarán dos exámenes uno es escrito; y el otro es un examen práctico con el manejo de instrumentos de prueba seleccionados.

Para presentar el examen práctico será necesario aprobar previamente el examen escrito.

Los postulantes, deberán pasar ambos exámenes y recibir un mínimo de 70% para poder alcanzar la certificación de nivel I y proceder al siguiente curso (nivel II).

El examen completo, (teórico y práctico), podrá ser presentado por los postulantes tanto en las instalaciones de la Universidad Tecnológica De Pereira, como en otras locaciones según se acuerde con el Organismo Certificador, estas deben cumplir con las condiciones de seguridad e higiene requeridas y adecuados para realizar los exámenes, además las probetas del lugar, instrumentos y herramientas deben responder con todas las características exigidas por este documento. En el primer caso, el costo de la certificación, incluirá el servicio de granallado de la probeta utilizada en el examen, en el segundo caso (toma de exámenes en una empresa), el costo de la certificación

no incluirá el servicio de granallado pero si los viáticos de los dos evaluadores que asistirán a la empresa y los gastos de traslado.

#### 4.3.1 Examen escrito

El examen escrito es a libro cerrado y consiste de preguntas de opción múltiple y de verdadero y falso, con una duración de 2 (dos) horas y media.

Para la aprobación del examen escrito será necesario aprobar al menos 1 (una) pregunta de las 3 (tres) correspondientes a cada módulo, y recibir un mínimo de 70% para poder presentar el examen práctico.

#### 4.3.2 Examen práctico

El examen práctico cubre las herramientas y técnicas para la inspección. Se les requerirá que demuestren qué tan bien saben cómo desarrollar las pruebas de inspección de recubrimientos vistas durante el curso. Se les asignarán tareas y se les requerirá registrar sus resultados. Serán calificados en base a la exactitud de los resultados que registren.

Se realizara sobre una probeta siguiendo los lineamientos generales de la norma ASTM D 3276 vigente.

Donde se consideraran los siguientes aspectos:

- Preparación de la inspección (orden de trabajo, lista de chequeo).
- Estado inicial de chapa (probeta) y clasificación según las normas SSPC-SP 1; SP2; SP3; SP5; SP6; SP7; SP10, ISO 8501 –1.
- Estado de limpieza de la probeta según las normas SSPC-SP 1; SP2; SP3; SP5; SP6; SP7; SP10, ISO 8501 –1.
- Inspección de equipos.
- Manejo de instrumentos de ensayos no destructivos.

Los candidatos deberán realizar diferentes pruebas con los siguientes equipos de inspección:

- Psicrómetro tipo bacharach y digital
- Termómetro de superficie (°C)
- Cuchilla y cinta masking tape para pruebas de adherencia
- Medidor digital de película seca (mils y micrones)
- Espejos para inspección
- Medidor de perfil de rugosidad de cinta adhesiva press-o-film
- Medidor de película húmeda
- Traccionador mecánico para pruebas de adherencia
- Quantab



Los candidatos deberán pasar por diferentes estaciones y cumplir con cada uno de los procedimientos y pruebas de inspección establecidas, colocando en práctica las normas técnicas y los conocimientos aprendidos en el desarrollo de los cursos:

#### Estación 1: revisión previa

En esta estación el candidato deberá identificar y realizar las actividades de revisión previas a la inspección.

Previos	Norma de Referencia	Admisibilidad	Frecuencia
Se revisó la Especificación		NA	Previo al inicio
Se revisó el Procedimiento de aplicación		NA	Previo al inicio
Se revisó el Plan de pintado		NA	Previo al inicio
Se efectuó una Reunión Previa		NA	Previo al inicio

**Tabla 1. Procedimientos de inspección, revisión previa.**

#### Estación 2: pre-preparación de la superficie

El candidato debe estar en capacidad de identificar las condiciones iniciales de la probeta de acuerdo a las normas.

Pre – Preparación de Superficie	Norma de Referencia	Admisibilidad	Frecuencia
Se eliminaron contaminantes visibles	ASTM D3276	0%	Antes Prep. Sup 100 %
Se eliminaron contaminantes no visibles después del lavado	SSPC – Guía 15	< 50 ppm [Cl]	Después de lavado, Cada siete día
Se identificaron las zonas de difícil pintado	SSPC Vol 1	0%	Antes Prep. Sup - 100%
Se eliminaron las zonas propensas a corrosión	NACE RP 0178	0%	Antes Prep. Sup 100 %
Se tiene corrosión avanzada en superficie sin recubrir	SSPC – VIS1	Registrar	Antes Prep. Sup 100 %
Se tiene corrosión avanzada en superficie recubiertas	SSPC – VIS2	Registrar	Antes Prep. Sup 100 %

**Tabla 2. Procedimientos de inspección, Pre-preparación de la superficie.**

### Estación 3: preparación de la superficie

El candidato debe estar en capacidad de realizar la inspección a equipos y probetas; previo y post a su preparación e identificar si se cumple lo requerido por la norma de referencia.

Preparación de Superficie	Norma de Referencia	Admisibilidad	Frecuencia
El aire comprimido está limpio	ASTM D4285	0% aceite y humedad	Al inicio y termino de jornada
El abrasivo está libre de finos y aceite	SSPC – AB1	0%	Cada lote
El abrasivo tiene conductividad admisible	SSPC – AB1 / ASTM D4940	< 1000 $\mu$ siemens/cm	Cada Lote
Se determinó la temperatura de la superficie	ASTM D3276/E337	5 – 45°C	Antes, durante y al termino de jornada
Se determinó la temperatura de rocío	ASTM D3276/E337	Tsup - Trocio > 3°C	Antes, durante y al termino de jornada
Se determinó la humedad	ASTM D3276/E337	HR < 85%	Antes, durante y al termino de jornada
Las condiciones ambientales son favorables	SSPC-PA1	Hoja Técnica	Antes, durante y al termino de jornada
Se alcanzó el grado de limpieza especificado	SSPC-SP5	0% contaminantes	Previo a aplicación 100%
Se alcanzó la rugosidad especificada, Utilizando Cinta Réplica Utilizando el Patrón de rugosidad	ASTM D4417 Método C Método A	2.0 – 3.0 mils	Post Limpieza 1° semana 3 pruebas por jornada; posterior 01 prueba por frente e interdiario
Se evaluó contaminantes no visibles después del arenado	SSPC – Guía 15	< 50 ppm [CI]	1° semana 3 pruebas por jornada; posterior 01 prueba semanal por

			frente
Se evaluó la post limpieza ( <b>residuos de polvo</b> )	ISO 8502-3	< Clase 2	Previo a aplicación Siempre

**Tabla 3. Procedimientos de inspección, preparación de superficie.**

**Estación 4: Aplicación de recubrimiento**

El candidato debe conocer el estado inicial de la pintura a aplicar, el estado de los equipos, conocer el plan de aplicación del recubrimiento, de acuerdo a las normas de inspección.

Aplicación	Norma de Referencia	Admisibilidad	Frecuencia
Pintura almacenada correctamente	SSPC-PA1	4 – 38°C	Cada recepción
Pintura de antigüedad menor al año	SSPC-PA1	< 12 meses	Siempre
Pintura del color correcto	Especificación	Cartilla CPPQ / RAL	Siempre Previo aplicación
Pintura y diluyentes en cantidad suficiente	SSPC – PA1	Ver Hoja Técnica	Siempre Previo aplicación
Pintura en buen estado	SSPC-PA1/ ASTM D3276	Fluida sin sedimentos	Siempre Previo aplicación
Aire comprimido limpio	ASTM D4285	0% aceite y humedad	Siempre Previo aplicación
Equipo en buen estado	SSPC PA1/ ASTM D3276	Acabado Uniforme	Siempre Previo aplicación
Envases limpios para mezcla y aplicación	SSPC-PA1/ ASTM D3276	NA	Siempre Previo aplicación
Se tiene agitador Jiffy	SSPC PA1/ ASTM D3276	NA	Siempre Previo aplicación
Se tiene filtro de pintura	Hoja Técnica	NA	Siempre Previo aplicación
El pintor conoce el plan de pintado	Procedimiento	NA	Siempre Previo aplicación

Se calculó el área a pintar	Procedimiento	NA	Siempre Previo aplicación
Se sabe cuántos galones se aplicaran	Plan de Pintado	NA	Siempre Previo aplicación
Se calculó el espesor de película húmeda EPH	ASTM D4414	NA	Siempre Previo aplicación
Se determinó la temperatura de la superficie	ASTM D3276/E337	10 – 45°C	Previo y durante aplicación
Se determinó la temperatura de rocío	ASTM D3276/E337	Tsup - Trocio > 3°C	Previo y durante aplicación/cura do
Se determinó la humedad	ASTM D3276/E337	HR < 85%	Previo y durante aplicación/cura do
Las condiciones ambientales son favorables	SSPC-PA1	-----	Previo y durante aplicación/cura do
No se tiene excesivo viento	ASTM D3276	< 15 Km/hr.	Previo y durante aplicación
Se mezcló adecuadamente la pintura	SSPC –PA1	NA	Siempre Previo aplicación
Se usó agitador Jiffy	SSPC –PA1	NA	Siempre Previo aplicación
Se tamizo	SSPC –PA1	NA	Siempre Previo aplicación
Se verifico el abanico	SSPC –PA1	NA	Siempre Previo aplicación
Tiempo entre la culminación del arenado y la aplicación de pintura	Procedimiento	<1/2 hora	Siempre Previo

base, dependiendo de las condiciones ambientales y el grado de limpieza recomendado			aplicación
Se aplicó al EPH adecuado	SSPC –PA1	NA	Siempre durante aplicación
Se respetó el tiempo de vida útil de la pintura	SSPC –PA1	Hoja Técnica	Siempre, Durante aplicación
No hay defectos de aplicación	Visuales	Especificación	100% de superficie
Se limpió el equipo de aplicación	SSPC-PA1	Hoja Técnica	Siempre después de aplicación
La pintura esta seca al tacto duro	ASTM D1640	Hoja Técnica/ Procedimeinto	100% de superficie
Se ajustó el medidor de espesores secos	SSPC-PA2	Sup. Rugosa	Al inicio y termino de cada jornada
Se tomaron espesores de película seca EPS	SSPC-PA2	Procedimiento	100% Después de secado al tacto duro
Los espesores secos son adecuados	Especificación de obra	<b>Procedimiento Ambiente C4/C5</b> 1ra: 3 mils promedio 2da:9mils promedio 3ra: 11mils promedio	100%, Después de secado al tacto duro
Medición de contaminantes no visibles sobre la 1° y 2° capa	SSPC – Guía 15	< 50 ppm [CI]	Previo a aplicar 2° y 3° capa. Inicio 1 prueba cada frente , posterior semanalmente
Se aplicará otra capa	SSPC-PA1	Procedimiento	Siempre dentro de la ventana de repintado
Se efectuó el “franjeado” (Stripe Coat)	SSPC-PA1	Especificación <b>Procedimiento</b>	Siempre Previo a aplicar

			segunda capa
Inspección de contaminantes visibles sobre 1° y 2° capa	Visuales	Ausencia total	Siempre 100% Previo a aplicar la siguiente capa

**Tabla 4. Procedimientos de inspección, aplicación de pintura.**

**Estación 5: evaluación final**

El candidato deberá evaluar y dar un concepto final sobre la probeta y la aplicación del recubrimiento en esta.

Evaluación final	Norma de Referencia	Admisibilidad	Frecuencia
Se tomaron espesores de película seca EPS del sistema final	Procedimiento	<b>Procedimiento Ambiente C4/C5</b> Mínimo: 11 mils Máximo: 17 mils admisible según fabricante de pintura	100% de Superficie, Culminado de aplicar el sistema
Los espesores secos son adecuados	Especificación de obra/ Procedimiento	Especificación de la obra	100% de Superficie, Culminado de aplicar el sistema
Inspección de defectos en la película seca de la pintura de acabado	Visual	Ausencia absoluta	100% de Superficie, Culminado de aplicar el sistema
Se corrigieron defectos	SSPC-PA1	Especificación/ Procedimiento	100% Superficie, Culminados los resanes
La pintura ha curado	ASTM D 1640	Secado al tacto duro por capa	Siempre 100% de superficie, Después de 7 días de aplicado el sistema
Se tiene procedimiento de	SSPC-PA1	Procedimiento	Al termino de

retoques			trabajos
Se tiene programa de mantenimiento preventivo	SSPC-PA10	No Aplica	Al termino de trabajos

**Tabla 5. Procedimientos de inspección, evaluación final.**

**Nota:**

100%, implica la revisión o inspección del área total en proceso.

NA: No Aplica

**Estación 5: pruebas destructivas en probetas**

En esta estación el candidato deberá identificar el perfil de anclaje en la probeta, por medio de la prueba de tracción, Cinta Testex (réplica), gruesa y extra gruesa, un rollo de cada una con un mínimo de 30 cintas en cada rollo y dar su concepto respecto al resultado obtenido.

Propiedades o Características de Resistencia a Evaluar	NORMA DE REFERENCIA	ADMISIBILIDAD
Aprueba Medición de Adhesión por Tracción (Sistema tri-capa)	ASTM D4541-02 Equipo de Tracción Type III	Mínimo 1,200 psi (*)

(\*) Valor de Laboratorio del Fabricante de Pinturas.

**(Adhesión por tracción)**

Evaluación de la Pintura de acabado (Pruebas destructivas) en probetas	Norma de Referencia	Admisibilidad
Prueba Medición de Adhesión por tracción <b>(Sistema Base y Acabado)</b> Dimensiones: planchas de metal de al menos 300 mm x 300 mm x 3.2 mm de espesor	ASTM D4541-95 Equipo de Tracción Type III	Mínimo 1,200 psi

**Tabla 6. Procedimientos de inspección, prueba de adhesión por tracción.**

**Estación 7: Detector de Holidays Voltaje con Esponja Húmeda**

El candidato debe estar en condiciones de realizar la prueba con el detector de esponja húmeda, e identificar las fallas en la aplicación del recubrimiento en las diferentes probetas; en una lámina recubierta de aproximadamente 30 x 30 cm con puntos de alfiler.



**Figura 1. Equipo Holidays Voltaje con Esponja Húmeda**

Los criterios de evaluación y calificación de trabajo que realice el postulante sobre las diferentes estaciones, son los siguientes:

Frente del panel	Criterio	Calificación
Conocimiento de MSDS y uso de EPP	Critico	
Revisión previa		
Pedido de especificaciones		
Manejo de Hojas Técnicas		
Selección de herramientas		
Preparación de superficie (probeta)		
Aplicación de normas		
Espesor húmedo * <sup>(1)</sup>	Critico	Mediciones
		1.
		2.
		3.
Perfil de anclaje pull off	Critico	Calificación
		Mediciones
		1.
		2.
Perfil de anclaje cinta	Critico	3.
		Calificación
		Mediciones



		1.	
		2.	
		3.	
		Mediciones	
EPS Magnético	Critico	Mediciones	
		1.	
		2.	
		3.	
		Calificación	
EPS electromagnético	Critico	Mediciones	
		1.	
		2.	
		3.	
		Calificación	
Manejo de equipo Holiday bajo voltaje	Critico		
Manejo de equipo Holiday alto voltaje	Critico		
Limpieza de equipo			

**Tabla 7. Criterio de evaluación**

La aprobación del examen se realizara con 9 ítems evaluados como correctos, permitiéndose solo 2 (dos) ítems críticos evaluado como incorrecto.

Criterio de calificación: solo pueden desaprobarse 1 de las 3 mediciones, tomada en cada una de las estaciones alcanzando como mínimo el 70% de las pruebas realizadas por el postulante.

Los criterios de evaluación del trabajo que realice el postulante sobre la limpieza de la superficie, son los siguientes:

Dorso del panel	Criterio	Calificación
Conocimiento de MSDS y uso de EPP	Critico	
Pedido de especificación		
Manejo de hojas técnicas	Critico	
Pedido de equipos necesarios		
Estado de los equipos		
Selección de herramientas		
Identificación de zonas de difícil pintado		
Aplicación de normas	Critico	
Identificación de la superficie (grado de herrumbre)	Critico	Piezas
		1.
		2.
		3.

Identificación del grado de preparación de la pieza	Crítico	4.	
		Calificación	
		Piezas	
		1.	
		2.	
		3.	
Limpieza de equipo		4.	
		Calificación	

**Tabla 8. Criterios de evaluación sobre limpieza de superficies**

La aprobación del examen de limpieza de superficie se realizara con 7 ítems evaluados como correctos, permitiéndose solo un ítem crítico evaluado como incorrecto.

Criterio de calificación: solo pueden desaprobarse 1 de las 4 mediciones, tomada en cada una de las estaciones de identificación de la superficie (grado de herrumbre y preparación de pieza), alcanzando como mínimo el 70% de las pruebas realizadas por el postulante

**NOTA 1:** en caso de que el examen se realice en instalaciones fuera de la Universidad Tecnológica de Pereira, los examinadores procederán a tomar el examen a los postulantes, si y solo si, se cumple con las siguientes condiciones, en caso contrario no se tomara el examen, dejando esta situación asentada en el acta de examen correspondiente:

1. las probetas a utilizar en el examen práctico, será suministrada por la empresa, y debe cumplir con las medidas y el diseño de la misma especificación en este documento de certificación. La misma deberá ser granallada el mismo día del examen práctico previo a su comienzo (rugosidad entre 40 y 60 micrómetros según norma ASTM D 4417).

2. La empresa debe proveer además:

- El suministro de aire comprimido controlado, libre de agua y aceite.
- Los equipos airless, y el recipiente a presión.
- Equipo de holiday de bajo y alto voltaje.
- Equipos para medir EPS magnético y electromagnético.
- Instrumentos de pruebas ambientales (Psicrómetro giratorio, termómetro de superficie).
- Equipo medidor de película húmeda.
- Los elementos de protección personal, para los postulantes a rendir el examen.

3. la locación donde se tome el examen práctico debe ser cubierta de viento, alejada de fuentes húmedas, polvos u otros; debe poder controlarse la temperatura y cumplir las normativas de seguridad e higiene para la aplicación de pinturas (sistemas de extracción).

**NOTA 2:** en caso de que deseen utilizar en el examen práctico equipos o materiales diferentes a los pautados, deberá comunicarse con el Organismo de Calificación Autorizado para que se evalúe su factibilidad. En caso de aprobarse la misma se enviará un comunicado por escrito a la empresa, que se suma a los compromisos contraídos por esta.

Para obtener la certificación el candidato deberá obtener mínimo un 80% en la nota final y más del 70% en la nota de cada examen. Una vez finalizado el examen práctico el OCA confeccionara con el resultado ambos exámenes el acta de evaluación que enviará al Organismo de Certificación.

#### 4.3.3 Repetición del examen

Si el candidato no aprueba el examen escrito o el práctico, el OCA le definirá una nueva fecha de examen luego de transcurridos treinta días corridos del examen desaprobado, siendo necesario el pago de una nueva orden de trabajo y el pago de aranceles correspondientes. El costo del examen escrito corresponderá al 30% del valor de la certificación original. El costo de la repetición del examen práctico corresponderá al 80% del valor de la certificación original.

El lapso mínimo para la repetición del examen, se puede acordar si el candidato recibe una nueva capacitación en dicho intervalo (demostrable mediante constancia firmada por los capacitadores). Un candidato que no apruebe por segunda vez puede presentarse nuevamente, cumpliendo con los procedimientos para candidatos nuevos.

#### 4.4 Emisión de certificado

El Organismo Certificador realizara un informe de evaluación de toda la documentación recibida (solicitud de certificación, documentación presentada, acta de evaluación) con su opinión, que elevara al director del Organismo de Certificador. En caso de que este apruebe el proceso, se procederá a la emisión del certificado correspondiente, en un plazo no mayor a 7 días hábiles.

En el momento de entrega la persona certificada firmará una copia del certificado que se agregara a la correspondiente carpeta de documentación.

La vigencia del certificado es por tres (3) años.

#### 4.5 Actividades de vigilancia

La actividad de vigilancia de la certificación se realizara a los 2 (dos) años contados a partir de la entrega del certificado UTP. Para realizarla, el Organismo Certificador evaluara el estado de salud visual de la persona certificada, mediante la presentación de un nuevo examen de aptitud visual (original), este certificado podrá presentarse personalmente en el Organismo Certificador o enviarse vía correo postal, también el Organismo Certificador evaluará el desempeño de la persona certificada por medio de una encuesta de satisfacción realizada a su empleador, esta podrá realizarse vía correo electrónico o por teléfono dentro del mismo mes candelario en que obtuvo la certificación.

#### 4.6 Re-certificación

Al finalizar el periodo de tres (3) años se puede realizar la re-certificación, también por tres años. Para llevarla a cabo, el inspector certificado deberá presentar al Organismo Certificador la siguiente documentación:

- Solicitud de Re-certificación, completa y firmada.
- 1 foto 4x4 para carnet.
- Certificado de aptitud visual.
- Acreditación mediante constancia escrita expedida por su empleador, de una experiencia mínima de uno y medio (1.5) años en tareas afines a la inspección de recubrimientos en los últimos 2 años. En el caso de ser autónomo, deberá presentar una declaración jurada de las actividades realizadas con la correspondiente identificación legal de la empresa.

El Organismo de Certificación enviara al Organismo de Calificación Autorizado (OCA) toda la documentación. El OCA evaluara los antecedentes y el caso de aprobación, consignará está en la solicitud de re-certificación presentada. Posteriormente el Organismo de Certificación procederá a la apertura de la orden de trabajo por los aranceles correspondientes.

- Toma de examen de re-certificación: se tomara solamente el examen práctico si lo amerita la evolución de las técnicas y/o los materiales a utilizar.
- A los 2 (dos) años de la re-certificación, se realizara nuevamente la actividad de vigilancia de la misma manera como se indicó anteriormente.
- Si el postulante toma otro Programa de Inspector de Recubrimientos dentro de un período de tres años, la fecha requerida para su próxima actualización será de tres años a partir de la fecha en que terminó el curso más reciente.

#### 5. APELACIONES

En el caso que los candidatos se consideren perjudicados por los resultados o decisiones tomadas en relación al examen o a la certificación y que tenga fundamentos razonables para cuestionarlos, puede presentar una apelación al Organismo Certificador.

Esta apelación deberá ser presentada formalmente por escrito acompañada de evidencias y será dirigida al director del Organismo Certificador; a continuación se dará inicio a una investigación de las causas que dieron origen a la decisión y/o los resultados que perjudicaron a la persona.

Si la apelación es por resultados de los exámenes, calificaciones, actuaciones del personal certificado o la revisión de la documentación; deberá presentarse en el Organismo Certificador dentro del plazo de 30 (treinta) días, a partir de la resolución tomada por el Organismo de Calificación Autorizado.

## 6. QUEJAS Y RECLAMOS

En el caso de que el Organismo Certificado, y/o el Comité Técnico Asesor los recibieran (por escrito mediante un documento formal de quejas y sugerencias), referidos al comportamiento/ desempeño del trabajo de un inspector certificado, se procederá analizar el caso en la siguiente reunión del Comité Técnico Asesor, donde se decidirá la necesidad de aplicar una sanción de acuerdo a la gravedad del hecho, en sintonía con la graduación de sanciones presentadas en el reglamento de certificación de personas de la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP) vigente. En el caso de que algún miembro del Comité Técnico Asesor esté involucrado con el reclamo, no participara del tratamiento del mismo para garantizar la objetividad del tratamiento del caso.

## 7. CÓDIGO DE ÉTICA PARA INSPECTORES DE RECUBRIMIENTOS

El presente código de ética enuncia los comportamientos que son obligatorios en el desempeño profesional de las personas certificadas como inspectores de recubrimientos de acuerdo a la Norma ISO/IEC 17024:2003 y otros documentos normativos, para el personal de las entidades calificadoras autorizadas y para los integrantes del Comité Técnico Asesor del correspondiente proceso de certificación, los cuales deben reconocer los preceptos de integridad personal y competencia profesional como principios fundamentales.

De tal forma, dichas personas se comprometen a:

1. Realizar sus tareas técnicas con el correcto cuidado del medio ambiente, la seguridad, salud y bienestar público.
2. Asumir la responsabilidad solamente sobre aquellos trabajos de inspección para los cuales es competente, en virtud de su capacitación y experiencia y cuando la situación lo requiera, contratar o recomendar la contratación de especialistas que le permitan llevar a cabo correctamente las tareas asignadas.
3. Comportarse de manera responsable y utilizar prácticas comerciales equitativas y justas en su trato con colegas, clientes y asociados.
4. Esforzarse por mantener la idoneidad actualizando sus conocimientos técnicos, tanto como lo recomienda la correcta realización de sus tareas.
5. Informar al Organismo Certificador de la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP), acerca de las quejas recibidas por su trabajo profesional.
6. Conocer y respetar las instancias de presentación y resolución de quejas y apelaciones establecidas en el reglamento de certificación de personas.
7. Proteger de acuerdo con el bienestar público, cualquier información entregada a él en forma confidencial por un empleador, colega o terceras personas.
8. Abstenerse de realizar declaraciones falsas o engañosas o de realizar actos no éticos que puedan desacreditar el programa de certificación de la UTP.

9. Conocer y respetar las instancias de presentación y resolución de quejas y apelaciones establecidas en el reglamento de certificación.

## 8. COMPETENCIAS

### 8.1 competencias inspector de recubrimientos nivel I

Al concluir con éxito el Nivel I, el inspector debería ser capaz de:

- Entiende, acepta y aplica las medidas de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente requeridas en su trabajo: incluye el uso de elementos de protección personal, manejo de sustancias tóxicas, contaminantes e inflamables, conocimiento sobre la iluminación, ventilación, andamios, y espacios confinados.
- Planifica adecuadamente su trabajo (tiempos, cálculos).
- Conoce el motivo de la protección con pinturas de las superficies de acero y hormigón.
- Conoce los siguientes tipos de preparación de la superficie: chorreado abrasivo seco, herramientas manuales y herramientas portátiles de accionamiento mecánico. Conoce los distintos grados de limpieza en función de la superficie inicial. Entiende la importancia del perfil de anclaje, el efecto de las sales, los tratamientos químicos y conoce los distintos tipos de abrasivos.
- Llevar a cabo un trabajo de inspección simple en acero estructural, en el sitio, bajo la supervisión directa de un inspector calificado.
- Leer y comprender una especificación de recubrimientos para la preparación de la superficie y la aplicación del recubrimiento. Usar equipos de inspección para el control de calidad básico, incluyendo sin limitarse a:
  - Psicrómetro giratorio y tablas psicrométricas.
  - Medidor de espesor de película húmeda (WFT).
  - Medidor de presión de aguja hipodérmica.
  - Medidores de espesores de película seca (DFT) de atracción magnética o "Pull-Off".
  - Medidores de EPS electromagnéticos.
  - Detector de "holidays" de bajo voltaje (esponja húmeda).
  - Detector de "holidays" de alto voltaje DC.
- Comprender y utilizar las normas de preparación de superficies (ASTM, NACE, SSPC e ISO) para reconocer la limpieza de la superficie especificada.
- Reconocer el trabajo del inspector como parte de un esfuerzo en equipo.
- Reconocer la importancia de las reuniones previas al trabajo.
- Reconocer la necesidad de determinar las responsabilidades y la autoridad del inspector.
- Reconocer el valor de conservar los registros y aprender qué información registrar y cómo llenar los reportes de inspección.

### 8.2 competencias inspector de recubrimientos nivel II

Al concluir con éxito el Nivel II, el inspector debería ser capaz de:

- Realizar el trabajo de inspección de recubrimientos en una instalación fija de pintura (taller o planta).
- Usar equipos destructivos de inspección de recubrimientos, incluyendo:
  - Equipo de inspección de pintura (medidor Tooke)
  - Medidores de adhesión
  - Durómetro de impresión
  - Lápices para ensayos de dureza
- Usar medidores electrónicos de corrientes Eddy para las mediciones del EPS en superficies no ferrosas.
- Prueba de contaminación por sales químicas solubles (incluyendo iones ferrosos y cloruros).
- Reconocer las técnicas de aplicación que se usan en circunstancias especializadas, incluyendo recubrimientos de tuberías, recubrimientos laminados, recubrimientos de ladrillo y baldosas (azulejos), etc.
- Reconocer los tipos de personalidad presentes en la mayoría de los ambientes de trabajo y algunas técnicas que se pueden usar para reducir las fricciones y mejorar las relaciones de trabajo.
- Reconocer las técnicas y algunos de los problemas asociados con el pintado del concreto.
- Reconocer algunas técnicas especializadas de aplicación, incluyendo:
  - Metalizado o termorrociado
  - Galvanizado por inmersión en caliente
  - Aplicación automatizada de recubrimientos, incluyendo inmersión, rodillo, inundación y "coil coating"
- Comprender el papel de las hojas técnicas de los productos y de las MSDS (hojas técnicas de seguridad de los materiales) relacionadas con la información de los recubrimientos.
- Conocer varios tipos genéricos de recubrimientos, incluyendo los ignífugos, antincrustantes o antifoulings, recubrimientos resistentes a altas temperaturas y protectores temporales.
- Reconocer los modos de falla comunes de los recubrimientos.
- Reconocer algunos de los métodos de prueba de laboratorio que se usan para establecer los criterios de desempeño del recubrimiento así como para evaluar las fallas de recubrimientos.
- Reconocer el papel de la protección catódica en la prevención de la corrosión, particularmente cuando se usa con los recubrimientos.

## 9. CONTENIDO DE LOS CUROS

Cada curso tiene una duración de seis (6) días, con una intensidad de 6 horas diarias, que prepara al estudiante para el examen del nivel correspondiente.

## 9.1 contenido del curso nivel I

### Módulo 1: Introducción

- Objetivos
- Programa de inspector de recubrimientos
- Sesión I inspector nivel I (declaración de la misión)
- Sesión II inspector nivel II (declaración de la misión)
- Sesión II (descripción general)
- Ejercicio de formación de equipos
- La labor del inspector de recubrimientos
- El papel del inspector

### Módulo 2: La corrosión y el control de la corrosión

- La corrosión y el control de la corrosión
- Definición
- Elementos de una celda de corrosión
  - Electrolito
  - Ánodo
  - Vía metálica
  - Cátodo
- La corrosión en estructuras de acero
- Productos de la corrosión
- Celdas de corrosión
- Efectos de los factores ambientales en la corrosión
- Ambientes y corrosión
- Los efectos de la corrosión
  - Seguridad
  - Costo
  - Apariencia
- Control de la corrosión
  - Diseño
  - Inhibidores
  - Selección de los materiales
  - Protección catódica
  - Recubrimientos de protección
  - Alteración del ambiente
- La especificación de recubrimientos.
- La reunión previa al trabajo.
- Normativa.
- Inspección: Plan de puntos de inspección y criterios de aceptación.



### Módulo 3: Cuestionario de autoevaluación

- Introducción
- Corrosión
- Introducción a los recubrimientos
- Los recubrimientos y el inspector

### Módulo 4: Control de calidad en la pre-limpieza

- Inspección visual, ultra violeta y ensayos de control de presencia de contaminantes.
- Defectos de diseño
  - Áreas de difícil acceso
  - Construcción con remaches y pernos
  - Soldaduras
  - Grietas
  - Ángulos espalda contra espalda
  - Bordes
  - Esquinas (exteriores e interiores)
  - Placas traslapadas
  - Áreas con rosca
  - Apoyos de construcción
- Defecto en la superficie de acero
  - Laminaciones y cascarillas de la superficie
  - Grietas y fisuras
  - Inclusiones
- Defectos de fabricación
  - Soldaduras imperfectas
  - Salpicadura de soldadura
  - Soldaduras discontinuas
  - Laminaciones
  - Estrías
  - Esquinas y bordes afilados
  - Codos y ángulos afilados

### Módulo 5: Control de calidad de imperfecciones

- Inspección de imperfecciones del acero de acuerdo a ISO 8501-3 y NACE, SP-178.
- Condiciones de las superficies de acero
- Métodos de preparación de la superficie
- Normas de preparación de la superficie
- Superficies de metal para pintarse
  - Superficies de acero nuevo o sin pintar
  - Incrustaciones de laminación

- Superficies de acero corroídas
- Superficies galvanizadas o recubiertas con zinc
- corroídas
- Superficies de aluminio corroídas
- Selección de los recubrimientos
- Limpieza con solvente
- Limpieza con herramienta manual o motorizada
- Limpieza con herramientas motorizadas
  - Cepillos de alambre rotatorios
  - Herramientas de impacto
  - Descostradores rotatorios
  - Pulidoras y lijadoras
  - Lijadoras de disco
  - Conexiones de vacío
- Limpieza con herramienta eléctrica de metal desnudo

**Módulo 6: Control de calidad de preparación de superficies metálicas y no metálicas**

- Grados de limpieza de acuerdo a normas ISO, NACE y SSPC
- Evaluación del polvo en la superficie
- Perfil superficial
- Control de calidad en abrasivos
- Condiciones ambientales

**Módulo 7: Instrumentos de pruebas ambientales**

- Temperatura de la superficie
- Condiciones ambientales
  - Temperatura
  - Humedad relativa
  - Punto de rocío
- Psicrómetro de onda
- Higrómetros electrónicos
- Diagramas psicrométricos
- Condiciones ambientales (efectos del viento)
- Contaminantes en el aire
  - Desechos
  - Contaminantes químicamente activos
- Recolección de la muestra
  - Lavado o frotis
- Análisis de las muestras líquidas
  - Papel del indicador
  - Tubos Kitagawa

- Química de líquidos
- Medición de la conductividad
- Sales solubles en las especificaciones

**Módulo 8: Práctica de Instrumentos ambientales**

- Instrumentos de prueba ambiental (laboratorio de práctica)
- Medición de la humedad y determinación del punto de rocío
- Cuestionario de autoevaluación
  - Especificación del recubrimiento
  - Documentación
  - Reunión previa al trabajo
  - Descripción general de la preparación de la superficie

**Módulo 9: Aplicación de recubrimientos con brocha, rodillo y guante**

- Aplicación de recubrimiento con brocha, rodillo y guante
- Métodos de aplicación
- Aplicación con brocha
  - Composición de las brochas
- Guantes para pintar
- Aplicación con rodillo
  - Rodillos de presión
- Apariencia del recubrimiento de acabado

**Módulo 10: Aplicación de recubrimientos por atomización convencional**

- Aplicación de recubrimientos por atomización convencional
- Atomización convencional con aire
  - Ventajas
  - Desventajas
- Atomización sin aire
  - Ventajas
  - Desventajas
- Generalidades sobre seguridad en la atomización
  - Riesgos de incendio y explosión
  - Aparato de respiración
  - Respirador de capucha con suministro de aire
  - Respirador de máscara con suministro de aire
  - Respirador de cartucho para vapores orgánicos
  - Respirador para polvos
  - Equipo de protección personal
- Equipo de atomización convencional
  - Atomización convencional de aire - equipo de control del aire

- Solución de problemas y mantenimiento
- Generalidades del equipo de atomización convencional de aire
- Mangueras de atomización convencional de aire
  - Manguera de aire
  - Manguera de fluidos
  - Limpieza y mantenimiento
- Suministro del recubrimiento
  - Tanques de alimentación presurizados (recipiente de atomización)
  - Regulador del tanque de alimentación a presión
  - Mantenimiento del equipo presurizado de alimentación
  - Pistola de atomización convencional de aire
  - Partes la pistola de atomización convencional de aire
- Flujo de Aire
  - Válvula de ajuste de aire
  - Válvula de ajuste del patrón
  - Corona de aire
- Mezcla interna vs. externa
  - Pistolas de mezcla interna
  - Pistolas de mezcla externa
  - Ventajas de la mezcla externa
  - Limitaciones de la mezcla externa
  - Ventajas de la mezcla interna
  - Limitaciones de la mezcla interna
- Ajuste de la pistola para la atomización
  - La limpieza en la atomización convencional de aire
  - Pistolas con alimentación a presión
  - Cabeza removible de atomización
  - Lubricación de la pistola de atomización
  - Limpieza de la corona de aire
- Problemas de la aplicación de pinturas
  - Solución de problemas de atomización convencional con aire

**Módulo 11: Aplicación de recubrimientos por atomización sin aire**

- Aplicación de recubrimientos por atomización sin aire
  - La seguridad en la atomización sin aire
  - Equipo de atomización sin aire
  - Pistolas de atomización sin aire
- Técnicas de atomización
- Mezcla de pintura
- Aplicación de pintura: control de calidad
  - Prueba de pintura en sitio

- Verificaciones del espesor de película húmeda
- Verificaciones de espesor de película seca
- Condiciones del clima
- Mano de obra
- Espesor inadecuado
- Hoyos
- Sobreatomizado/ atomizado seco
- Discontinuidades (interrupciones)
- Mano de obra deficiente
- Aplicación por atomización: La labor del inspector de recubrimientos

#### **Módulo 12: Instrumentos de pruebas destructivas y no destructivas**

- Descripción general
- Instrumentos de prueba destructiva
- Instrumentos de prueba no destructiva
  - Medidor de espesor de la película húmeda
- Sólidos de volumen
  - Medidores magnéticos de atracción del DFT
  - Medición del DFT con medidores magnéticos
- Área medida
  - Medidor magnético de DTF
- Medidor de atracción tipo lápiz (SSPC PA 2 Tipo 1B)
  - Medidor del DFT de sonda de presión constante
- Calibración
- Detección de hoyos y discontinuidades
- Detector de discontinuidades de bajo-voltaje (esponja húmeda)
  - Detector de discontinuidades de CD tipo pulso de alto voltaje
  - Detector de discontinuidades de CA de alto voltaje

#### **Módulo 13: Instrumentos de pruebas no destructivas**

- Laboratorio de práctica de instrumentos
- Comparadores de patrón de anclaje y cinta réplica
- Detector de discontinuidades de CD de alto voltaje
- Medidor magnético para el espesor del recubrimiento
- Detector de discontinuidades de bajo voltaje de esponja
- Húmeda
- Limpieza de la superficie
- Medidor de espesor de película húmeda

#### **Módulo 14: Documentación**

- Documentación de la inspección

- La bitácora o informe diario del inspector
  - Informes diarios
  - Otros informes de rutina
  - Informes de inventario de materiales
  - Historial de la calibración de instrumentos
  - Informes semanales
  - Formatos del informe
- Bitácora del inspector de recubrimientos
  - Principios básicos
  - Revisión de la especificación
  - Minutas de las reuniones previas al trabajo
  - Hechos técnicos de la especificación del proyecto
  - Alcance de trabajo
  - Datos de seguridad
- Lista de verificación del inspector de recubrimientos
  - Detalles de la inspección
  - Condiciones ambientales
  - Limpieza previa
  - Preparación inicial
  - Preparación de la superficie
  - Medición del perfil de anclaje
  - Aplicación del recubrimiento
  - Mediciones del espesor de película seca
  - Inspección final
  - Informe de no conformidades
  - Formato de reporte diario (muestra, típico)

#### **Módulo 15: Laboratorio de práctica de campo**

- Orientación de seguridad en el laboratorio
- Reunión previa al trabajo
- Programa de recubrimiento
- Inspección previa
- Limpieza previa
- Limpieza
- Aplicación
- Materiales
- Inspección y documentación
- Secuencia y procedimientos de trabajo en el laboratorio del sitio
- Secuencia de trabajo en el laboratorio
  - Estación de soplado de abrasivo con aire
  - Estación de pintado

- Cuestionario de autoevaluación
  - Preparación de la superficie
  - Aplicación de recubrimientos por atomización convencional
  - Atomización sin air

#### Módulo 16: Evaluación de conformidad

- Conclusiones del curso
- Auto evaluación
- Evaluación de curso0

### 9.2 contenido del curso nivel II

#### Módulo 1: Introducción

- Teoría avanzada de la corrosión
- Control del medio ambiente y pruebas avanzadas
  - Deshumidificación

#### Módulo 2: Limpieza por blasteo centrífugo

- Limpieza de chorro centrífuga
- Equipos de chorro de agua (wáter jetting)
- Estándares
- Métodos de uso
- La labor del inspector

#### Módulo 3: Tipos de recubrimientos

- Tipos de recubrimientos
- Galvanizado
- Superficies de concreto
- Recubrimientos de concreto
- Recubrimientos de ductos

#### Módulo 4: Equipo especial para aplicación de recubrimientos

- Preparación de superficies
- Aplicación e inspección de líquidos aplicados y barreras delgadas de revestimiento
- Equipos multicomponentes
- Equipos electroestáticos
- Equipos centrífugos y sistemas de *Hot Spray*
- Técnicas de aplicación de recubrimientos no líquidos

**Módulo 5: Laboratorio de inspección de recubrimientos**

- Cuestionario de autoevaluación
  - Especificación del recubrimiento
- Check list
  - Documentación
  - Reunión previa al trabajo
  - Descripción general de la preparación de la superficie
- Prueba de aplicación (recepción, técnica, espesores, aspectos)

**Módulo 6: Ensayos destructivos y no destructivos**

- Descripción general
- Instrumentos de prueba destructiva
- Instrumentos de prueba no destructiva
  - Medidor de espesor de la película húmeda
- Sólidos de volumen
  - Medidores magnéticos de atracción del DFT
  - Medición del DFT con medidores magnéticos
- Área medida
  - Medidor magnético de DTF
- Medidor de atracción tipo lápiz (SSPC PA 2 Tipo 1B)
  - Medidor del DFT de sonda de presión constante
- Calibración
- Detección de hoyos y discontinuidades
- Detector de discontinuidades de bajo-voltaje (esponja húmeda)
  - Detector de discontinuidades de CD tipo pulso de alto voltaje
  - Detector de discontinuidades de CA de alto voltaje

**Módulo 7: Practica Ensayos destructivos y no destructivos**

- Cuestionario de autoevaluación
- Estación 2: Comparadores de Perfil de Anclaje y Cinta Réplica
- Estación 3: Medidor de atracción tipo lápiz
- Estación 4: Detector de "Holidays" de Alto Voltaje DC
- Estación 4: Espesor de Pintura - Medidor Magnético de Atracción (Pull-off)
- Estación 5: Detector de "Holidays" de Bajo Voltaje de Esponja Húmeda
- Estación 6: Espesor de Pintura - Equipo Electromagnético
- Estación 7: Limpieza de la Superficie
- Estación 8: Medidor de Espesor de Película Húmeda
- Estación 9: Cámara salina



**Módulo 8: Protección catódica**

- Fundamentos básicos de química y corrosión
- Fundamentos de protección catódica

**Módulo 9: Fallas de los recubrimientos**

- Técnicas y procedimientos de encuestas de recubrimientos
- Formas más comunes de fallas de los recubrimientos
- Características, causas más frecuentes, prevención y soluciones a las fallas

**Módulo 10: Evaluación de conformidad**

- Conclusiones del curso
- Auto evaluación
- Evaluación de curso

**ANEXO 5**  
**SOLICITUD DE CERTIFICACIÓN**

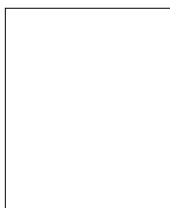
Fecha: \_\_\_\_\_

Re-certificación

Curso: \_\_\_\_\_ Solo Examen ☐

Nivel 1 ☐ Nivel 2 ☐

DATOS PERSONALES



Nombres: \_\_\_\_\_

Apellidos: \_\_\_\_\_

Fecha De Nacimiento: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

Documento De Identidad: \_\_\_\_\_

Expido En: \_\_\_\_\_

Género: Femenino ☐ Masculino ☐

Dirección: \_\_\_\_\_ Código Postal: \_\_\_\_\_

Ciudad: \_\_\_\_\_ Estado: \_\_\_\_\_ País: \_\_\_\_\_

Tel: \_\_\_\_\_ Cel. : \_\_\_\_\_ Email: \_\_\_\_\_

DATOS LABORALES

Nombre De Empresa O Instituto: \_\_\_\_\_

Ocupación o Cargo en la Empresa: \_\_\_\_\_

Profesión: \_\_\_\_\_

Tel: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_ Email: \_\_\_\_\_

Certifico que toda la información aquí consignada es veraz y autorizo al Organismo Certificador, solicitar la información que considere necesaria para probar su veracidad.

Firma Candidato \_\_\_\_\_

**ANEXO 6**  
**CERTIFICADO AGUDEZA VISUAL**

El señor \_\_\_\_\_, optómetra u  
Oftalmólogo titulado, con tarjeta profesional N° \_\_\_\_\_, certifica que el señor(a)

\_\_\_\_\_, identificado con C.C. \_\_\_\_\_,

Posee:

- Una visión cercana que le permite leer como mínimo, las letras de la escala 1 de la carta normalizada Jaeger, las letras TIMES ROMAN tamaño 4.5 o equivalente a una distancia no inferior a 30 cm, por lo menos en un ojo con o sin corrección.
- Una visión en color suficiente para distinguir y diferenciar el contraste entre los colores utilizados en el método de Ensayos No Destructivos de Ultrasonido.

Este certificado se firma a los \_\_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del año \_\_\_\_\_.

Firma \_\_\_\_\_

Tarjeta profesional N° \_\_\_\_\_

**ANEXO 7**  
**CERTIFICADO DE EXPERIENCIA**

La empresa \_\_\_\_\_ y en su nombre \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_, identificado con C.C \_\_\_\_\_, quien se desempeña  
como \_\_\_\_\_.

**CERTIFICA**

Que \_\_\_\_\_, identificado con C.C \_\_\_\_\_,  
presta sus servicios en esta empresa desde \_\_\_\_\_ hasta \_\_\_\_\_  
desempeñándose como \_\_\_\_\_, con dedicación  
temporal independiente y no compartida en el ensayo (s) no destructivo(s) de  
\_\_\_\_\_.

Esta experiencia ha sido adquirida bajo la supervisión de \_\_\_\_\_  
identificado con C.C \_\_\_\_\_ certificado como nivel \_\_\_\_\_ en  
el método de \_\_\_\_\_ Y con número de registro  
\_\_\_\_\_.

Este certificado se firma a los \_\_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del año  
\_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Firma de quien otorga la certificación

**ANEXO 8**  
**QUEJAS Y RECLAMOS**





**ANEXO 9**  
**RE-CERTIFICACIÓN**



VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIONES  
INNOVACIÓN Y EXTENSIÓN

SOLICITUD DE RE-CERTIFICACIÓN

Código	123-CECEND-SOL-1
Versión	1
Fecha	2015-04-05
Página	190 de 193

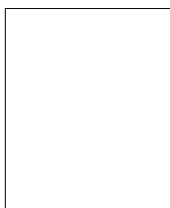
Fecha: \_\_\_\_\_

Re-certificación

Curso: \_\_\_\_\_ Solo Examen ☐

Nivel 1 ☐ Nivel 2 ☐

DATOS PERSONALES



Nombres: \_\_\_\_\_

Apellidos: \_\_\_\_\_

Fecha De Nacimiento: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Documento De Identidad: \_\_\_\_\_ Expido En: \_\_\_\_\_

Género: Femenino ☐ Masculino ☐

Dirección: \_\_\_\_\_ Código Postal: \_\_\_\_\_

Ciudad: \_\_\_\_\_ Estado: \_\_\_\_\_ País: \_\_\_\_\_

Tel: \_\_\_\_\_ Cel: \_\_\_\_\_ Email: \_\_\_\_\_

DATOS LABORALES

Nombre De Empresa O Instituto: \_\_\_\_\_

Ocupación o Cargo en la Empresa: \_\_\_\_\_

Profesión: \_\_\_\_\_

Tel: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_ Email: \_\_\_\_\_

Certifico que toda la información aquí consignada es veraz y autorizo al Organismo Certificador, solicitar la información que considere necesaria para probar su veracidad.

Firma Candidato \_\_\_\_\_

**ANEXO 10**  
**RESULTADO DE EXÁMENES**

RESULTADOS	
NOTA FINAL:	<input type="text" value=""/>
COMENTARIOS:	
<hr/>	
<hr/>	
<hr/>	
<hr/>	
<hr/>	
<hr/>	

Nombre, y firma del evaluador	Nombre y firma del Candidato
<hr/>	<hr/>
<hr/>	<hr/>

**ANEXO 11**  
**FORMATO DE CERTIFICADOS**

<b>FECHA:</b> D <input type="text"/> M <input type="text"/> <input type="text"/>	<b>NIVEL</b> <input type="text"/> I <input type="text"/> II <input type="text"/> III
<b>N° CERTIFICACIÓN</b>	<b>FECHA DE EXPIRACIÓN</b> D <input type="text"/> M <input type="text"/> A <input type="text"/>

<b>APELLIDOS</b>	<b>NOMBRE</b>
<b>PROFESIÓN</b>	<b>DOCUMENTO DE IDENTIDAD</b>

<b>EVALUACIÓN GENERAL PROMEDIO</b>	<input type="text"/> %
------------------------------------	------------------------

Este certificado es válido solo durante el tiempo estipulado Y para la certificación alcanzada. Si la persona que ha sido certificada, es empleada para realizar una inspección en cualquier otro método, la responsabilidad será única y exclusivamente del contratante.

_____	_____
Director del Organismo Certificador	Persona Certificada

**ANEXO 12**  
**FORMATO DE EXAMEN DE CERTIFICACIÓN**





FORMATO DE EXÁMEN DE CERTIFICACIÓN

NOMBRE DEL CANDIDATO

REGISTRO N°

FECHA:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D